



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ-ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**‘ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ’**

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ‘ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ’

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**« ΣΧΕΔΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΩΝ
ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ»**



**ΓΕΩΡΓΙΑ ΦΙΛΙΠΠΗ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2017

Στην κόρη μου

ΤΙΤΛΟΣ

« Σχέδιο εργασίας για τη μελέτη της χημείας των λιμνοθαλασσών»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα προτεινόμενο σχέδιο εργασίας, το οποίο προορίζεται για τους μαθητές του λυκείου και έχει ως στόχο τη μετάδοση γνώσεων γύρω από τη χημεία των λιμνοθαλασσών. Αυτό περιλαμβάνει 18 συναντήσεις των μαθητών με τον εκπαιδευτικό τους, που ξεκινούν από τις αρχές Οκτώβρη και ολοκληρώνονται στο τέλος του Μαρτίου. Οι συναντήσεις είναι εβδομαδιαίες και η κάθε μία διαρκεί δύο διδακτικές ώρες.

Κατά την πρώτη συνάντηση, οι μαθητές συμπληρώνουν ένα διαγνωστικό ερωτηματολόγιο, μέσα από το οποίο φαίνονται οι προϋπάρχουσες γνώσεις γύρω από τις λιμνοθάλασσες, όπως τα χαρακτηριστικά, η δημιουργία τους, η αξία, οι λειτουργίες, η προστασία και η διαχείρισή τους. Από τη δεύτερη έως και την έβδομη συνάντηση οι μαθητές συμπληρώνουν φύλλα εργασίας και αξιολόγησης, μέσα από τα οποία οδηγούνται σε ουσιαστική κατανόηση των παραπάνω θεμάτων. Για να απαντήσουν στις ερωτήσεις των φύλλων εργασίας και αξιολόγησης, οι μαθητές καλούνται να αναζητήσουν πληροφορίες, καθώς και να επεξεργάζονται κείμενα και εικόνες.

Κατά την όγδοη συνάντηση πραγματοποιείται μία εκπαιδευτική εκδρομή σε μία προσβάσιμη λιμνοθάλασσα, όπου οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες, συλλέγουν δείγματα νερού και ιζημάτων, τα οποία στη συνέχεια θα επεξεργαστούν στο σχολικό εργαστήριο. Το πείραμα που αφορά τη μέτρηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα, θα γίνει στο πεδίο, γεγονός που αποτελεί κίνητρο για μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη χημεία από την πλευρά των μαθητών, σε σχέση με τα πειράματα στο σχολικό εργαστήριο. Στις περισσότερες συναντήσεις είναι χωρισμένοι σε ομάδες και έτσι τα μέλη κάθε ομάδας συνεργάζονται μεταξύ τους, αλλά και με τις υπόλοιπες ομάδες. Ο εκπαιδευτικός επιβλέπει και συντονίζει όλη τη διαδικασία.

Από την ένατη ως και την δέκατη πέμπτη συνάντηση, η ανάγνωση κειμένων και η διεξαγωγή πειραμάτων στο σχολικό εργαστήριο, σε συνδυασμό πάντα με τη συμπλήρωση φύλλων εργασίας και αξιολόγησης, βοηθούν τους μαθητές στην κατανόηση της έννοιας του pH, της αλατότητας, του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου, των θρεπτικών συστατικών, των χλωροφυλλών, του οργανικού άνθρακα, της ρύπανσης από τα απορρυπαντικά και του οργανικού άνθρακα. Όλα τα πειράματα είναι αφορμή για εργασία σε ομάδες για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού και συνδέονται με κεφάλαια της χημείας, τα οποία οι μαθητές έχουν διδαχθεί σε αυτή την τάξη ή σε προηγούμενες σχολικές χρονιές.

Κατά τη δέκατη έκτη και δέκατη έβδομη συνάντηση πραγματοποιείται έκθεση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων σε όλο το σχολείο και στη δέκατη όγδοη, οι μαθητές συμπληρώνουν το τελικό φύλλο αξιολόγησης. Η εργασία σε ομάδες, τα πειράματα και η μελέτη στο πεδίο ήταν τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε να μεγαλώσει το ενδιαφέρον των μαθητών για τη χημεία των λιμνοθαλασσών. Η μελέτη της χημείας των λιμνοθαλασσών, μέσω του σχεδίου εργασίας, μπορεί να οδηγήσει σε κατανόηση και

αφομοίωση εννοιών, διαδικασιών και χημικών αντιδράσεων της φυσικής επιστήμης της χημείας.

TITLE

«A project for the study of the chemistry of lagoons»

ABSTRACT

In this study, a proposed project is presented for the students of high school and aims to the transmission of knowledge regarding the chemistry of lagoons. This project consists of 18 meetings between the professor and the students, which start at the beginning of October and are completed until the end of March. These meetings are weekly and each one has a duration of two educational hours.

In the first meeting, students complete a diagnostic questionnaire, which reveals the existing knowledge regarding the lagoons, such as their characteristics, their creation, their value, their roles, their protection and their management. From the second to the seventh meeting, students complete worksheets and tests, which guide to the meaningful understanding of the abovementioned subjects. Students must seek information as well as understand texts and pictures in order to answer the questions of these worksheets and tests.

At the eighth meeting, an educational trip takes place at an accessible lagoon, where students work at teams and collect water samples and sediments which will then elaborate in the school laboratory. The experiment, which is related to the measurement of the concentration of dissolved oxygen at the water sample, will take place at the lagoon. This fact will be a motive for the students to show larger interest in chemistry instead of doing experiments at school laboratory. At almost all meetings students are separated to different teams, so the members of each team must cooperate with each other as well with the other teams. The professor oversees and coordinates the whole educational process.

From the ninth until the fifteenth meeting, the reading of the texts and the conduction of experiments at school's laboratory, coupled with worksheets and tests, help students to understand concepts such as pH, salinity, chemical oxygen demand, micronutrients, chlorophyll, organic carbon, water pollution of the detergents and the organic carbon. All the experiments guide the students to work at teams for the accomplishment of one common goal and are connected to the chapters of the school book of chemistry, that students have already learned during this class or during previous educational years.

During sixteenth and the seventeenth meeting, students expose the results of their experiments at all the students of the school and at the last eighteenth meeting they must complete the last test. Team working, experiments and study at the place of lagoon were the educational tools that were used, to make students become more interested in the chemistry of the lagoons. The study of the lagoons' chemistry, throughout this project, can lead to the learning and understanding of important meanings, procedures and chemical reactions of the science of chemistry.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΣΕΛ.7
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	ΣΕΛ.7
1.2 ΣΤΟΧΟΙ	ΣΕΛ.9
1.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	ΣΕΛ.10
1.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΣΕΛ.11
1.5 ΘΕΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΣΕΛ.12
1.6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΣΕΛ.12
1.7 ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ	ΣΕΛ.13
1.8 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	ΣΕΛ.14
1.9 ΚΕΝΤΡΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	ΣΕΛ.15
2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΣΕΛ.20
3. ΜΕΘΟΔΟΣ PROJECT	ΣΕΛ.24
3.1 Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ	ΣΕΛ.24
3.2 ΕΙΔΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.26
3.3 Η ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PROJECT	ΣΕΛ.26
3.4 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PROJECT	ΣΕΛ.29
4.Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	ΣΕΛ.29
5.ΟΜΑΔΟΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ	ΣΕΛ.31
6. ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.34
7.ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ	ΣΕΛ.36
8.ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΣΕΛ.37
9. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ	ΣΕΛ.39
10. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ	ΣΕΛ.42
11.ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ	ΣΕΛ.44
12.Ο ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΣΕΛ.46

13.Ο ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	ΣΕΛ.50
14.Ο ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ	ΣΕΛ.54
15.ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ	ΣΕΛ.56
16.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ	ΣΕΛ.58
16.1 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	ΣΕΛ. 58
16.2 ΡΥΠΟΙ	ΣΕΛ. 59
16. 3 ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	ΣΕΛ.60
16.3.1 ΟΡΓΑΝΚΗ ΥΛΗ	ΣΕΛ.60
16.3.2 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΑΛΑΤΑ	ΣΕΛ.61
16.4 ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	ΣΕΛ.62
16.4.1 ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	ΣΕΛ.62
16.4.2 ΜΕΤΑΛΛΑ	ΣΕΛ.63
16.5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	ΣΕΛ.64
16.6 ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΣΕΛ.64
17.ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ	ΣΕΛ.65
17.1 ΔΡΑΣΕΙΣ	ΣΕΛ.65
17.2 ΟΔΗΓΙΑ-ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΡΑ	ΣΕΛ.65
18. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	ΣΕΛ.66
18.1 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	ΣΕΛ.66
18.2 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΣΕΛ.66
II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
1. Η ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΣΕΛ.73
2. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑΣ	ΣΕΛ.74
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΕΛ.75
4.ΚΕΙΜΕΝΑ	ΣΕΛ.191
5.ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	ΣΕΛ.223
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	ΣΕΛ.226
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	ΣΕΛ.233

I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ [1]

Καταρχήν ο πλέον αποδεκτός και πιο διαδεδομένος ορισμός της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι αυτός που δόθηκε από την UNESCO το 1977, στην Τιφλίδα της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και διατυπώνεται ως εξής: «Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση προωθεί την ανάπτυξη σοφούς αντίληψης και ενδιαφέροντος για την οικονομική, κοινωνική, πολιτική και οικολογική αλληλεξάρτηση σε αστικές και αγροτικές περιοχές. Παρέχει σε κάθε άτομο τη δυνατότητα απόκτησης γνώσεων, αξιών, στάσεων, αφοσίωσης και δεξιοτήτων που χρειάζονται για να προστατεύει και να καλυτερεύει το περιβάλλον. Συμβάλλει στη δημιουργία νέων προτύπων συμπεριφοράς, ατόμων, ομάδων, κοινωνιών, προς το περιβάλλον».

Για την κατανόηση του ορισμού και του περιεχομένου της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, καλό είναι να θυμηθούμε τη σχέση του ανθρώπου με τη φύση από πολύ παλιά. Καταρχήν, η προσπάθεια του ανθρώπου να επιβιώσει, από τη στιγμή εμφάνισής του στον πλανήτη, τον ανάγκασε να προσπαθήσει να κατανοήσει το περιβάλλον του. Οι πρώτες γνώσεις που χρησιμοποιούσε για την επιβίωσή του, περνούσαν από γενιά σε γενιά και ήταν σχετικές με τη φύση και τους κινδύνους που κρύβονταν από την επαφή του με αυτήν. Στα πρώιμα στάδια, ο άνθρωπος ένιωθε αδύναμος μπροστά στις φυσικές δυνάμεις και έτσι η στάση του απέναντι στη φύση ήταν καθαρά αμυντική. Πάντα όμως θεωρούσε τον εαυτό του ως αναπόσπαστο κομμάτι της φύσης, της οποίας η διατήρηση και η διαχείριση ήταν σημαντικά για τη δική του επιβίωση και περεταίρω ανάπτυξη. Άρα λοιπόν από πάντα υπήρχε μία επίγνωση της αξίας του περιβάλλοντος και της ανάγκης διατήρησης και προστασίας του στις παραδοσιακές κοινωνίες.

Αργότερα, η ανάπτυξη του πολιτισμού, της επιστήμης και της τεχνολογίας έδωσαν στον άνθρωπο τη δυνατότητα να αποκτήσει μεγαλύτερη αυτονομία και έλεγχο των φυσικών λειτουργιών. Αυτό είχε ως συνέπεια να αλλάξει η σχέση μεταξύ της φύσης και του ανθρώπου και μάλιστα άρχισε να αμφισβητείται η κυριαρχία της φύσης. Με το πέρασμα των χρόνων, η ανάπτυξη της βιομηχανίας, η αστικοποίηση και ο καταναλωτικός τρόπος ζωής οδήγησαν σε μεταβολή των αξιών και έτσι τώρα πια ο άνθρωπος κυριαρχεί έναντι της φύσης και μάλιστα με στάση επιθετική.

Έτσι λοιπόν δημιουργήθηκε η ανάγκη για εκπαίδευση σχετική με τη φύση και το περιβάλλον. Η εκπαίδευση αυτή πέρασε από πολλές φάσεις, ανάλογα κάθε φορά με το επίπεδο ανάπτυξης της επιστήμης, της τεχνολογίας και του πολιτισμού. Η ίδια η ανάγκη του ανθρώπου να αναπτύξει τη γνώση και την επιστήμη, τον οδήγησε στο να συστηματοποιεί και να μεταδίδει γνώσεις σχετικές με το περιβάλλον στις νέες γενιές.

Σταδιακά λοιπόν, όλο και περισσότερες γνώσεις σχετικές με το περιβάλλον περνούν μέσω των σχολικών προγραμμάτων στους νέους. Κύρια μαθήματα-φορείς της περιβαλλοντικής γνώσης είναι αυτά των φυσικών επιστημών. Το πρώτο αρνητικό

στοιχείο είναι ότι αυτές οι γνώσεις μεταδίδονται αποσπασματικά και είναι μοιρασμένες σε μαθήματα που αφορούν τους επιστημονικούς κλάδους. Το δεύτερο μειονέκτημα στη μετάδοση των γνώσεων είναι ότι η κοινωνική, η οικονομική και η πολιτική διάσταση του περιβάλλοντος αγνοούνται και αυτό έχει ως συνέπεια την ελλιπή, την παραμορφωμένη και την πολύ απλουστευμένη εικόνα των μαθητών για το περιβάλλον. Τρίτον, τα μαθήματα των φυσικών επιστημών σπάνια συνδέονται μεταξύ τους και έτσι οι μαθητές έχουν στο νου τους ασύνδετες γνώσεις και όχι ολοκληρωμένη εικόνα για το γύρω κόσμο.

Άλλο μειονέκτημα είναι ότι η γνώση για το περιβάλλον συνήθως γίνεται μέσα στην τάξη, κατά τη διάρκεια του υποχρεωτικού σχολικού ωραρίου, χωρίς επαφή με τη φύση και χωρίς την εφαρμογή κατάλληλων παιδαγωγικών μεθόδων και διδακτικών πρακτικών. Η διαρκής συσσώρευση γνώσεων γύρω από το περιβάλλον λέγεται «εκπαίδευση γύρω από το περιβάλλον» ή «σχετικά με το περιβάλλον» (education about the environment) και συνιστά την πρώτη διάσταση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, που χαρακτηρίζεται ως γνωστική συνιστώσα. Πριν από την εμφάνιση του όρου περιβαλλοντική εκπαίδευση, υπήρχαν στα μαθήματα του σχολικού προγράμματος κάποια μαθήματα με σχετικές έννοιες, όπως πατριδογνωσία, βιολογία, γεωγραφία, ζωολογία, φυτολογία, χημεία.

Χωρίς να αποκλείεται αυτή η πρώτη διάσταση, ταυτόχρονα αναπτύχθηκε και μία άλλη διάσταση, «η εκπαίδευση μέσα στο περιβάλλον» ή «διά μέσου του περιβάλλοντος» ή «από το περιβάλλον» (education in the environment), σύμφωνα με την οποία είναι ευεργετική η επαφή του ατόμου με τη φύση και έτσι η ίδια η φύση είναι πηγή γνώσης για το περιβάλλον. Αυτή η διάσταση υπερτερεί της πρώτης, αφού το περιβάλλον γίνεται πεδίο γνώσεων, μέσω διαφόρων δραστηριοτήτων σε αυτό. Επιπλέον, η συναισθηματική εμπλοκή, η ανάπτυξη ενδιαφέροντος και εκτίμησης για το περιβάλλον, η αισθητική απόλαυση, η συναισθηματική και ψυχολογική ωρίμανση του ατόμου, η χαρά της ανακάλυψης και η αίσθηση της ενότητας φύσης με άνθρωπο είναι επιπλέον οφέλη. Βέβαια και αυτή η διάσταση υποστηρίζει ότι ο άνθρωπος κυριαρχεί της φύσης.

Μία τρίτη διάσταση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι η «education for the environment», δηλαδή «για χάρη του περιβάλλοντος», όπου και πάλι ο άνθρωπος είναι ο κυρίαρχος.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι δύο πρώτες διαστάσεις αφορούν τη μεταβίβαση κατάλληλων και επαρκών γνώσεων και εργαλείων για την ανάγνωση, ανάλυση και μελέτη του περιβάλλοντος και των προβλημάτων του. Η τρίτη διάσταση εισάγει την ευθύνη του πολίτη για την κατάσταση και την τύχη του περιβάλλοντος. Δηλαδή δίνει μία πολιτική και κοινωνική διάσταση στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, σύμφωνα με την οποία η κοινωνία έχει την ευθύνη για την ποιότητα του περιβάλλοντος και της ζωής. Προσπαθεί να δώσει στους ανθρώπους αξίες και στάσεις, ώστε να υπερασπίζονται το περιβάλλον στο επίπεδο των αποφάσεων και σε αυτό της καθημερινής πρακτικής. Προσπαθεί δηλαδή να δώσει προσωπικές και κοινωνικές αξίες, που θα εξασφαλίζουν συμπεριφορά που προστατεύει το περιβάλλον, υπερασπίζεται την ακεραιότητά του και εγγυάται το υγιές μέλλον του. Επίσης, αυτή η τρίτη διάσταση έχει διαμορφώσει δύο στάσεις.

Η τεχνοκεντρική ή τεχνοκρατική υποστηρίζει ότι η τεχνολογία μπορεί να δώσει πειστικές λύσεις στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η επιστημονική έρευνα θα βοηθήσει σε καλύτερη κατανόηση των προβλημάτων και η τεχνολογία θα τα επιλύσει. Η οικοκεντρική ή οικοδημοκρατική τάση υποστηρίζει ότι μόνες τους η επιστήμη και η τεχνολογία δεν μπορούν να επιλύσουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αλλά απαιτούνται σημαντικές αλλαγές στο σύστημα των ανθρωπίνων αξιών και των πρακτικών, ώστε να υπάρξει ελπίδα αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Άρα, η εκπαίδευση για το περιβάλλον σχετίζεται με την όποια από τις δύο απόψεις ενστερνίζεται ο εκπαιδευτικός. Συνήθως, η τεχνοκρατική στάση επικρατεί στα εκπαιδευτικά συστήματα, αφού αυτά είναι περισσότερο προσανατολισμένα στην επιστήμη και την τεχνολογία.

Γενικά οι τρεις διαστάσεις συμπληρώνουν η μία την άλλη, αλληλεπιδρούν και συνιστούν μία ολοκληρωμένη εκπαιδευτική, πολιτική και πολιτιστική οντότητα, που ονομάζεται περιβαλλοντική εκπαίδευση. Στα πρακτικά της διάσκεψης της Τιφλίδας, τα βασικά χαρακτηριστικά της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που τη διαφοροποιούν από άλλες μορφές εκπαίδευσης είναι:

- 1) Ο προσανατολισμός της στη λύση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.
- 2) Η διεπιστημονικότητα στην προσέγγιση των προβλημάτων.
- 3) Η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης στην κοινωνία ή το άνοιγμα του σχολείου στη ζωή.
- 4) Ο διαρκής χαρακτήρας.

1.2 ΣΤΟΧΟΙ

Ο σκοπός της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι η ανάπτυξη ενός παγκόσμιου πληθυσμού, ο οποίος θα έχει επίγνωση και ενδιαφέρον για το περιβάλλον και τα προβλήματά του και που θα έχει γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις, κίνητρα και αφοσίωση, ώστε να εργάζεται ατομικά και συλλογικά προς την προσπάθεια επίλυσης των τωρινών προβλημάτων και της παρεμπόδισης δημιουργίας νέων.[2]

Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, η περιβαλλοντική εκπαίδευση έχει θέσει μία σειρά στόχων, που θα βοηθήσουν. Πρώτος στόχος είναι η ενημέρωση, ώστε τα άτομα και οι κοινωνικές ομάδες να αποκτήσουν γνώσεις γύρω από το περιβάλλον και τα προβλήματά του ως ενιαίο σύνολο, καθώς και τον καθοριστικό ρόλο του ανθρώπου σε αυτά. Ο δεύτερος στόχος είναι να τους βοηθήσει να αποκτήσουν στάσεις, δηλαδή κοινωνικές αξίες, ενδιαφέρον και διάθεση για ενεργό συμμετοχή στην προστασία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος.

Ένας τρίτος στόχος είναι να συμβάλλει στην απόκτηση των απαραίτητων δεξιοτήτων για την επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Ο τέταρτος στόχος είναι να μπορούν οι άνθρωποι να αξιολογούν τα περιβαλλοντικά μέτρα και τα εκπαιδευτικά προγράμματα ως προς οικολογική, πολιτική, οικονομική, κοινωνική, αισθητική και εκπαιδευτική διάσταση. Ο πέμπτος στόχος είναι η συμμετοχή, δηλαδή να τους βοηθήσει να αναπτύξουν αίσθηση ευθύνης απέναντι στο περιβάλλον και να κατανοήσουν την επιτακτικότητα της δραστηριοποίησής τους για την επίλυση των προβλημάτων. Τέλος,

είναι η συνειδητοποίηση, δηλαδή να αποκτήσουν επίγνωση και ευαισθησία σχετικά με το συνολικό περιβάλλον και τα συνδεδεμένα με αυτό προβλήματα.[3]

Εάν επιτευχθούν όλοι οι παραπάνω στόχοι της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, τότε αυτή θα συμβάλλει στην κατανόηση της ύπαρξης και της σπουδαιότητας της οικονομικής, κοινωνικής, πολιτικής και οικολογικής αλληλεξάρτησης στις αστικές και στις αγροτικές περιοχές. Επίσης, θα δώσει τη δυνατότητα σε κάθε πολίτη να αποκτήσει γνώσεις, αξίες, στάσεις, ενεργό ενδιαφέρον και ικανότητες, απαραίτητα για την προστασία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος. Τέλος, θα εμπνεύσει νέα πρότυπα συμπεριφοράς των ατόμων, ομάδων και κοινωνίας συνολικά προς το περιβάλλον.[2]

1.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ [4]

«Περιβαλλοντικό πρόβλημα» ή αλλιώς «πρόβλημα του περιβάλλοντος» είναι η δυσλειτουργία ή οι δυσλειτουργίες που δημιουργούνται σε κάποιο από τα συστήματα υποστήριξης της ζωής εξαιτίας της παρέμβασης του ανθρώπου. Αυτό που έχει σημασία είναι το είδος και η ένταση των επιπτώσεων σε αυτά τα συστήματα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, καθώς και το βάθος χρόνου στο οποίο αναφέρονται. Περιβαλλοντικά προβλήματα πλανητικής εμβέλειας είναι η καταστροφή των τροπικών δασών, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η εξαφάνιση των ειδών, η καταστροφή του στρώματος του όζοντος, η διάβρωση των εδαφών, η υπερκατανάλωση, η πείνα στον τρίτο κόσμο.

Τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης δεν είναι αναγκαίο να προσανατολίζονται σε περιβαλλοντικά προβλήματα πλανητικής διάστασης. Τις περισσότερες φορές μελετούν τοπικά προβλήματα, ανάγοντάς τα σε ευρύτερα πλαίσια, δηλαδή εθνικά, περιφερειακά και διεθνή. Αυτό βοηθά κυρίως τα μικρά παιδιά, για τα οποία περιβάλλον θεωρείται αυτό που αντιλαμβάνονται και βιώνουν, δηλαδή πρόσωπα και πράγματα με τα οποία βρίσκονται σε άμεση επαφή.

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση προσανατολίζεται πάντα προς τη λύση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι για παράδειγμα οι μαθητές ενός δημοτικού σχολείου πρέπει να λύσουν το πρόβλημα της ρύπανσης μίας κλειστής θάλασσας από τα απόβλητα ενός μεταλλείου. Μπορούν όμως να προτείνουν λύσεις και μέτρα διαχείρισης, ώστε να είναι αποτελεσματική η περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Αυτή είναι και η διαφορά μεταξύ ενός προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ενός άλλου που μελετά κάποιο από τα στοιχεία του συνολικού περιβάλλοντος. Δηλαδή το πρώτο έχει ως κατεύθυνση την αντιμετώπιση του προβλήματος και δεν αρκείται στον εντοπισμό και την καταγραφή ή τη μελέτη στοιχείων σχετικών με το πρόβλημα.

Ειδικά στις μικρές ηλικίες, οι μαθητές καλό είναι να αντιληφθούν την έννοια του προβλήματος, χρησιμοποιώντας την έννοια της μεταβολής της φυσιολογικής ή φυσικής ή αρχικής κατάστασης, ώστε να γίνει κατανοητή η διαταραχή. Άρα, θα πρέπει πρώτα οι μαθητές να γνωρίσουν την έννοια του όμορφου και του υγιούς, για να καταλάβουν την έννοια του προβλήματος. Επίσης, η έννοια «αντιμετώπιση» είναι διαφορετική από τη «λύση» του προβλήματος. Άλλωστε η λύση μέσω ενός προγράμματος περιβαλλοντικής

εκπαίδευσης δεν είναι πάντα εφικτή και χρειάζονται πολλά χρόνια και ειδικούς επιστήμονες.

Επίσης, η πολυπλοκότητα των προβλημάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης δεν μπορεί να ερμηνευτεί από τις γνώσεις των φυσικών μαθημάτων του σχολείου, αφού εμπλέκονται οικονομικές, πολιτικές και άλλες διαστάσεις, σχετικές με άλλα μαθήματα. Αυτό έχει ως συνέπεια, τα προβλήματα να διδάσκονται πολύ απλουστευμένα, με φτωχή ανάλυση και φτωχές προτεινόμενες λύσεις.

Όλα τα παραπάνω δεν σημαίνουν ότι ένας εκπαιδευτικός δεν έχει το δικαίωμα να ασχολείται με προβλήματα πλανητικής διάστασης. Απλά καλό είναι να δίνεται βαρύτητα στη διατύπωση τέτοιων προβλημάτων και όχι στην επίλυση, γιατί η επίλυση είναι περίπλοκη. Επίσης, μπορούν να προτείνονται τρόποι πρόληψης και παρεμπόδισης της επανεμφάνισής τους. Τέλος, οι μαθητές μπορούν να προσπαθήσουν να λύσουν το πρόβλημα ή να προτείνουν λύσεις. Αυτά τα στοιχεία είναι μέσα στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

1.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ [5]

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης πρέπει να προσανατολίζεται προς τη λύση κάποιου περιβαλλοντικού προβλήματος. Ο τίτλος ενός προγράμματος δεν μπορεί από μόνος του να δείξει αν το πρόγραμμα είναι πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ή όχι. Αν όμως οι στόχοι και η υλοποίησή του συμβαδίζουν με τους στόχους, τις αρχές και τη φιλοσοφία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, τότε πράγματι είναι. Αν δηλαδή μέσα από το θέμα εντοπίζεται ένα πρόβλημα του περιβάλλοντος και το πρόγραμμα στοχεύει στην ολιστική προσέγγισή του, εξέταση και προσπάθεια αντιμετώπισής του, τότε πράγματι είναι θέμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και το πρόγραμμα επίσης.

Ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα πρέπει να εστιάζει στην απόκτηση από τους μαθητές γνώσεων, στάσεων, δεξιοτήτων, που θα τους δώσουν τη δυνατότητα να διατυπώνουν έγκυρες κρίσεις για ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα, και θα τους διευκολύνει στη διατύπωση και σε προτεινόμενες προσπάθειες αντιμετώπισής του.

Αν το πρόβλημα είναι μικρής και τοπικής εμβέλειας και η συλλογική δραστηριότητα σε επίπεδο σχολείου ή τοπικής κοινωνίας μπορεί να δώσει θετικό αποτέλεσμα, τότε οι μαθητές μπορούν να προσπαθήσουν για τη λύση του, με τη βοήθεια βέβαια και άλλων κοινωνικών εταίρων, όπως σύλλογοι γονέων, τοπικές και περιφερειακές οικολογικές οργανώσεις, επιστημονικοί σύλλογοι, εργατικά συνδικάτα.

Από την άλλη μεριά, αν το πρόβλημα είναι ευρύτερο, δηλαδή εθνικό, υπερεθνικό ή παγκόσμιο, οι μαθητές δεν μπορούν να το λύσουν. Η επίλυση ενός τέτοιου προβλήματος αφορά μεγάλες ομάδες πληθυσμού, ολόκληρες χώρες και ηπείρους.

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, έχουν διατυπωθεί κάποια κριτήρια, με βάση τα οποία ένα πρόγραμμα θεωρείται περιβαλλοντικό. Πρώτον, πρέπει να ασχολείται με ένα υπαρκτό πρόβλημα του περιβάλλοντος. Δεύτερον, να υιοθετεί την περιβαλλοντική προβληματική, τους στόχους, τις καθοδηγητικές αρχές, τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις και τη μεθοδολογία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. τρίτον, να προσανατολίζεται στη

διατύπωση και την προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος. Τέταρτον, να εμπλέκει την τοπική κοινωνία και τη σχολική κοινότητα. Πέμπτον, να δημιουργεί συνθήκες ελεύθερης, ανεξάρτητης, μη καθοδηγούμενης σκέψης και λήψης αποφάσεων της ομάδας. Έκτον, να θέτει τις αποφάσεις και τις προτάσεις της ομάδας σε κοινωνική και σχολική αξιολόγηση και δοκιμασία. Τέλος, το πρόγραμμα πρέπει να βοηθήσει τους μαθητές να αποδεχτούν ότι η συλλογική δράση έχει θετικά αποτελέσματα στην προσπάθεια υπεράσπισης, προστασίας και βελτίωσης του περιβάλλοντος.

1.5 ΘΕΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ [6]

Μετά από την ανάλυση της έννοιας του περιβαλλοντικού προβλήματος, μπορεί να γίνει μία πρόταση σχετική με την επιλογή του κατάλληλου θέματός του. Καταρχήν είναι αποδεκτό ότι η περιβαλλοντική γνώση προωθείται καλύτερα, όταν παρέχεται μέσα από συγκεκριμένα και οικεία θέματα του άμεσου περιβάλλοντος του μαθητή, που είτε συνιστούν μέρος του προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, είτε βρίσκονται στην ύλη κάποιου από τα σχολικά βιβλία. Πάντως δεν έχει ιδιαίτερη αξία ο τίτλος του θέματος από μόνος του, όσο το περιεχόμενο και οι κατευθύνσεις που δίνει στο πρόγραμμα ο εκπαιδευτικός που είναι και ο συντονιστής.

Το πρώτο κριτήριο που δίνει νόημα στην αναζήτηση του θέματος του προγράμματος, είναι το πρόγραμμα να ενθαρρύνει τους μαθητές να γνωρίσουν και να κατανοήσουν τις φυσικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα στο περιβάλλον, την εξάρτηση του ανθρώπου από το περιβάλλον, την αλληλεξάρτηση ατόμων, ομάδων, κοινωνιών και εθνών, καθώς και την επίδραση του ανθρώπου πάνω στο περιβάλλον. Δεύτερον, το θέμα πρέπει να σχετίζεται με το καθημερινό περιβάλλον των παιδιών. Τρίτον, μέσα από αυτό, οι μαθητές να ενθαρρύνονται για την εξερεύνηση του φυσικού και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Τέταρτον, να ενθαρρύνονται στην εξερεύνηση των τρεχόντων περιβαλλοντικών προβλημάτων και πέμπτον, να ενθαρρύνονται στη συσχέτιση των τοπικών με τα διεθνή και τα παγκόσμια προβλήματα. Έκτον, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να χρησιμοποιεί διδακτικές μαθησιακές προσεγγίσεις, που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των παιδιών και επίσης το ίδιο το πρόγραμμα θα πρέπει να προσφέρει δυνατότητα για συνεργασία και ομαδικότητα των μαθητών. Επιπροσθέτως, να προσφέρει ευκαιρίες για ερευνητική προσέγγιση των μαθητών στην υλοποίησή του και να προσφέρει ευκαιρίες για ελεύθερη έκφραση απόψεων. Επιπλέον, το πρόγραμμα πρέπει να δίνει ευκαιρία στους μαθητές για δράσεις υπέρ της προστασίας του περιβάλλοντος και τέλος, να υποστηρίζει την εκπαίδευση «σχετικά με», «μέσα στο» και «υπέρ» του περιβάλλοντος.

1.6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ[7]

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μία ανάλυση σχετική με τον τρόπο με τον οποίο η περιβαλλοντική εκπαίδευση πρέπει και μπορεί να ενσωματωθεί και να υλοποιηθεί στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης, ώστε να είναι αποτελεσματική, δηλαδή να μπορεί να

υλοποιεί τους σκοπούς της. Γύρω από αυτό το θέμα, αυτό που ισχύει είναι ότι η περιβαλλοντική εκπαίδευση απαιτεί πολυεπιστημονικές, διεπιστημονικές και δια-επιστημονικές προσεγγίσεις, οι οποίες δεν μπορούν να υλοποιηθούν στα πλαίσια του τωρινού σχολικού προγράμματος. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα μαθήματα και οι επιστημονικές προσεγγίσεις είναι διαχωρισμένα και χωρίς σύνδεση μεταξύ τους. Επίσης, πολλές φορές οι διδάσκοντες δεν έχουν την κατάλληλη επιμόρφωση για την ανάπτυξη διεπιστημονικών προγραμμάτων, καθώς η επιμόρφωση που έχουν αφορά μόνο το πλαίσιο της ειδικότητά τους.

Οι προσπάθειες που καταβάλλονται για την υπέρβαση αυτών των εμποδίων και για την ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο σχολικό πρόγραμμα, με αποτελεσματικότητα, έχουν δύο τύπους, το πολυεπιστημονικό και το διεπιστημονικό. Το πολυεπιστημονικό μοντέλο προτείνει την ενσωμάτωση στοιχείων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα ήδη υπάρχοντα σχολικά μαθήματα, είτε με τη μορφή χωριστών ενοτήτων, είτε με προσθήκη ορισμένων στοιχείων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στις ενότητες των μαθημάτων. Αυτός ο τρόπος βέβαια δεν είναι ο καλύτερος, γιατί αντιμετωπίζει αποσπασματικά την περιβαλλοντική εκπαίδευση από το υπολοιπο αναλυτικό πρόγραμμα. Όμως η συγγραφή καινούριων βιβλίων μπορεί να γίνει με κατεύθυνση προς την περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Όσον αφορά το διεπιστημονικό μοντέλο, αυτό παρουσιάζει την περιβαλλοντική εκπαίδευση ως ένα ξεχωριστό τομέα. Αυτό το πρότυπο υλοποιείται με τη μέθοδο project ή με τη μέθοδο επίλυσης προβλήματος. Το πλεονέκτημα αυτού του μοντέλου είναι ότι ξεκινώντας από μία σφαιρική προσέγγιση του θέματος του project, οι διάφοροι επιστημονικοί κλάδοι μπορούν να προσφέρουν τις έννοιες και τις μεθόδους τους για την καλύτερη ανάλυση των φαινομένων και τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών.

Από τη σύγκριση των δύο μοντέλων, φαίνεται ότι το πολυεπιστημονικό πρότυπο δεν προκαλεί αναστάτωση στο υπάρχον σχολικό πρόγραμμα. Όσον αφορά την εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ως διεπιστημονική οντότητα είναι πολύ δύσκολη και πουθενά δεν εφαρμόζεται με επάρκεια.

Το σίγουρο είναι ότι η περιβαλλοντική εκπαίδευση πρέπει να απευθύνεται προς όλους τους μαθητές σε συστηματική βάση και όχι ως περιθωριοποιημένη δραστηριότητα, όπου συμμετέχει μόνο ένα μικρό ποσοστό τους. Υπό τις κατάλληλες προϋποθέσεις, η περιβαλλοντική εκπαίδευση μπορεί να αποτελέσει ένα διακλαδικό μάθημα μέσα στο αναλυτικό πρόγραμμα, του οποίου το περιεχόμενο, οι μέθοδοι και τα αποτελέσματα να προσεγγίζουν τους σκοπούς της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Γενικά πάντως, δεν έχει σημασία το μοντέλο που χρησιμοποιείται, αλλά η σωστή εφαρμογή των κατάλληλων παιδαγωγικών μεθόδων που θα επιτρέψουν την επίτευξη των στόχων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και την κατάκτηση των τελικών της σκοπών.

1.7 ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, η περιβαλλοντική εκπαίδευση ορίζεται ως μία διαδικασία απόκτησης γνώσεων, ήθους και αξιών, με βάσει τις οποίες προτεραιότητα έχουν η φύση, τα κοινωνικά αγαθά, η ομορφιά και η αισθητική και όχι το ατομικό και οικονομικό

συμφέρον. Οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν γνώσεις γύρω από τα περιβαλλοντικά προβλήματα, αναπτύσσουν την κριτική τους σκέψη και έτσι αναζητούν τις αιτίες και τους τρόπους αντιμετώπισής τους. Επιπλέον, η περιβαλλοντική εκπαίδευση βοηθά στην ανάπτυξη της προσωπικής ευθύνης όλων των πολιτών στην αναζήτηση νέων τρόπων συμπεριφοράς και δράσης. [8]

Όλοι αυτοί οι στόχοι δεν μπορούν να επιτευχθούν με τον παραδοσιακό τρόπο μετάδοσης της γνώσης, μέσω της κιμωλίας και τον μαύρου πίνακα, αλλά οι μαθητευόμενοι θα πρέπει να αποκτήσουν προσωπική επαφή με τα θέματα που εξετάζουν, να ερευνήσουν, να καταγράψουν, να συγκρίνουν απόψεις και να εκτιμήσουν προτάσεις. Μέσα από όλα αυτά λοιπόν, προκύπτει η αναγκαιότητα παιδαγωγικών και οι διδακτικών μεθόδων που στηρίζονται στη βιωματική και την ενεργητική μάθηση.[9] Ορισμένες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, μέθοδοι και μεθοδολογίες που συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης φαίνονται στον πίνακα 1.7.1 [10, 8]:

Πίνακας 1.7.1 : Διδακτικές και μαθησιακές προσεγγίσεις

Εργασία πεδίου	Διαφορετικές απόψεις
Συνεργασία με εξωσχολικούς	Δραματοποίηση
Ποσοτικά στοιχεία	Προγράμματα (projects)
Ντοκουμέντα	Παρουσιάσεις (οπτικοακουστικές)
Έρευνα προσανατολισμένη στη δράση	Παιχνίδια και προσομοίωση
Αποσαφήνιση αξιών	Καθοδηγούμενη περιβαλλοντική ερμηνεία
Σχέδιο πρακτικής εργασίας	Ομαδική συζήτηση
Περιβαλλοντικά μονοπάτια περιβαλλοντικής εργασίας	Πειραματική μέθοδος

Κάθε μία από αυτές χρησιμοποιείται σύμφωνα με την κρίση του εκπαιδευτικού, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της μαθητικής ομάδας (ηλικία, μέγεθος, επίπεδο γνώσεων), του σχολείου (αστικό ή περιφερειακό), του προγράμματος (διάρκεια και θεματολογία) και του είδους των επιμέρους στόχων (γνωστικοί, στάσεις, δεξιότητες).[8]

1.8 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ [11]

Σύμφωνα με το νόμο 1892 του 1990, τα κύρια χαρακτηριστικά της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα, είναι τα εξής:

1) **Προαιρετική.** Αυτό είναι πολύ σοβαρό ζήτημα, γιατί οι εθνικοί (ΥΠΕΠΘ) και οι διεθνείς φορείς (UNESCO) έχουν εμπιστευτεί στο σχολείο την παροχή περιβαλλοντικής εκπαίδευσης προς τους μαθητές. Για να είναι λοιπόν επιτυχής η περιβαλλοντική εκπαίδευση, θα πρέπει να απευθύνεται και να παρέχεται σε όλους τους μαθητές.

2) **Περιοριστική.** Λόγω του ότι είναι προαιρετική, δεν υπάρχει καθορισμένος χρόνος στο σχολικό πρόγραμμα και έτσι η περιβαλλοντική εκπαίδευση γίνεται μία περιοριστική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου, ή των απογευμάτων ή γενικότερα των διαλειμμάτων. Επίσης, η συμμετοχή των εκπαιδευτικών είναι μικρότερη από 5% για διάφορους λόγους, όπως η έλλειψη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.

3) **Δεν αξιολογείται.** Η αξιολόγηση της υλοποίησης των σκοπών και των στόχων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μελλοντικά μπορεί να καθορίσει και τη συνέχεια της εφαρμογής της και την αναθεώρηση κάποιων χαρακτηριστικών της. Άρα υπάρχει η ανάγκη αξιολόγησης της μέχρι τώρα πορείας της. Θα πρέπει να δημοσιευτεί από την παιδαγωγική ομάδα τι θα αξιολογήσει ακριβώς, πότε, από ποιόν, με ποια κριτήρια και ποιος θα αξιολογήσει.

4) **Ασαφής.** Παρόλο που η μέθοδος project εφαρμόζεται στα σχολεία, δεν είναι γνωστό σε ποια έκταση χρησιμοποιείται και αν τελικά οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν τη μέθοδο αυτή. Σε κανένα επίσημο κείμενο του υπουργείου και σε κανένα σχολικό εγχειρίδιο δεν περιγράφεται η μέθοδος αυτή, ούτε προκύπτει με σαφήνεια ο χαρακτήρας της στα δημοσιευμένα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Άρα, σύμφωνα με τα παραπάνω, οι βασικές παράμετροι περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα, όπως η εφαρμογή της, η αξιολόγησή της και η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών γύρω από αυτή, πρέπει να αναθεωρηθούν. Το πιο βασικό είναι να αξιολογηθεί σε ποιο βαθμό έχουν πλησιάσει τους στόχους του υπουργείου με την εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα σχολεία. Τέλος, να διευκρινιστεί και να αποσαφηνιστεί το πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και να εμπλουτιστούν οι μέθοδοι προσέγγισης.

1.9 ΚΕΝΤΡΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σε πολλές περιοχές της χώρας μας υπάρχουν κέντρα διά βίου μάθησης για το περιβάλλον και την αειφορία (ΚΠΕ). Στον πίνακα 1.9.1 παρουσιάζονται τα ΚΠΕ της Ελλάδας ανά περιφέρεια.

Πίνακας 1.9.1: ΚΠΕ της Ελλάδας ανά περιφέρεια [12]

<u>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ</u>	<u>ΚΠΕ</u>
ΑΤΤΙΚΗΣ	Λαυρίου, Δραπετσώνας, Τροιζήνας-Μεθάνων, Αργυρούπολης, Ελευσίνας
ΗΠΕΙΡΟΥ	Κόνιτσας Ιωαννίνων, Πραμάντων Ιωαννίνων, Φιλιατών Θεσπρωτίας, Αράχθου Άρτας, Φιλιπιάδας Πρέβεζας
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	Κλεοτορίας Αχαΐας, Ακράτας Αχαΐας, Θέρμου Αιτωλοακαρνανίας, Μεσολογγίου, Κρεστένων Ηλείας

ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΙΩΝ	Λιθακιάς Ζακύνθου, Κέρκυρας, Ιθάκης, Σφακιωτών
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	Άμφισσας, Καρπενησίου, Στυλίδας, Υπάτης
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΕΚΕΔΟΝΙΑΣ	Βελβεντού Κοζάνης, Σιάτιστας Κοζάνης, Καστοριάς, Μελίτης
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	Κισσάβου Μαυροβουνίου, Ελασσόνας Λάρισας, Μουζακίου, Μακρινίτσας-Πηλίου, Περγουλίου Ν. Τρικάλων, Τρικκαίων Τρικάλων
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	Αν. Ολύμπου Πιερίας, Γιαννιτσών Πέλλας, Έδεσσας Πέλλας, Κιλκίς, Νάουσας Ημαθίας, Ελευθερίου Κορδελιού Θεσ/νίκης, Βερτίσκου, Ποροίων Σερρών, Αρναίας Χαλκιδικής
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	Βαθέος Σάμου, Ασωμάτων Δ. Ευεργετούλας Λέσβου, Ομηρούπολης Χίου
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	Κορθίου Άνδρου
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ	Σουφλίου Ν. Έβρου, Παρανεστίου Ν. Δράμας, Φιλίππων Ν. Καβάλας, Μαρώνειας Ν.Ροδόπης, Βιστωνίδας Ξάνθης
ΚΡΗΤΗΣ	Ανωγείων Ρεθύμνου, Βάμου Χανίων, Ιεράπετρας Λασιθίου, Νεάπολης Λασιθίου, Αρχανών Ηρακλείου, Γουβών Ηρακλείου
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	Καλαμάτας, Ν.Κίου Αργολίδας, Σικωνίων Κορινθίας, Καστρίου Αρκαδίας, Μολάων Λακωνίας

Πολλά από αυτά βρίσκονται κοντά σε λιμνοθάλασσες και μέσω των προγραμμάτων τους, στοχεύουν στην προστασία αυτών των υδάτινων οικοσυστημάτων. Επίσης, πολλά σχολεία, καθώς και γονείς με παιδιά, επισκέπτονται αυτά τα κέντρα στο πλαίσιο εκπαιδευτικών εκδρομών, ώστε οι μαθητές να γνωρίσουν αυτά τα κέντρα και να εκτιμήσουν την προσπάθεια που κάνουν αυτά τα κέντρα σχετικά με την προστασία και τη διαχείριση των λιμνοθαλασσών. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από αυτά τα κέντρα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Καταρχήν το κέντρο περιβάλλοντος και πολιτισμού Κατελειού στην Κεφαλονιά, μέσω του προγράμματος «των θαλασσίων χελωνών», αποσκοπεί στην προστασία του πληθυσμού των χελωνών *Caretta caretta* (εικόνα 1.9.1). Ένας μικρός πληθυσμός αυτών των χελωνών περνούν το χειμώνα στη λιμνοθάλασσα Κούταβος κοντά στο Αργοστόλι. Στη δράση του κέντρου βοηθούν διεθνείς και τοπικοί εθελοντές. [13]



Εικόνα 1.9.1: το πρόγραμμα των θαλασσίων χελωνών(the marine turtle project) [13]

Επίσης, στην περιοχή της Ξάνθης εδρεύει το ΚΠΕ Βιστωνίδας Ξάνθης, το οποίο συνεργάζεται με τα γραφεία της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης Ξάνθης. Σε αυτή την περιοχή υπάρχει η λιμνοθάλασσα Βιστωνίδα, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.9.2. Αυτή προστατεύεται από τη συνθήκη Ραμσάρ και ανήκει στον κατάλογο Natura 2000. Σε αυτή τη λιμνοθάλασσα έχουν αναπτυχθεί σπουδαίες παραλίμνιες ιχθυοτροφικές δραστηριότητες, με ιστορικές καταβολές από τους κατοίκους της περιοχής. Εκμεταλλεύονται τη μετακίνηση των ψαριών προς το εσωτερικό της λιμνοθάλασσας, με στόχο την αναπαραγωγή.

Στόχος του ΚΠΕ Βιστωνίδας είναι η ευαισθητοποίηση των νέων και των ενηλίκων σε περιβαλλοντικά θέματα, ώστε να αναπτυχθούν στάσεις και συμπεριφορές που θα συμβάλλουν στην προστασία της οικολογικής ισορροπίας και της ποιότητας ζωής και θα εξασφαλίζουν την βιώσιμη ανάπτυξη. Ο πρώτος τρόπος επίτευξης του στόχου είναι η υλοποίηση προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης διάρκειας μίας έως τριών ημερών για τα σχολεία της Α/βάθμιας και Β/βάθμιας Εκπαίδευσης που επισκέπτονται το ΚΠΕ Βιστωνίδας. Δεύτερος τρόπος είναι η στήριξη προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης των σχολείων της εμβέλειας του ΚΠΕ Βιστωνίδας σε συνεργασία με τους υπεύθυνους Π.Ε. των αντίστοιχων νομών. Τρίτον, παράγει εκπαιδευτικό ενημερωτικό υλικό, έντυπο ή οπτικοακουστικό. Επίσης, προωθεί τη Διά Βίου Μάθηση με την οργάνωση και την πραγματοποίηση επιμορφωτικών σεμιναρίων για εκπαιδευτικούς και επιμορφωτικών προγραμμάτων για ομάδες ενηλίκων σε συνεργασία με άλλους κυβερνητικούς και μη-κυβερνητικούς φορείς. Τέτοιες ομάδες μπορεί να είναι τάξεις Σχολείων Δεύτερης Ευκαιρίας, σύλλογοι γονέων και κηδεμόνων, ομάδες φοιτητών από Πανεπιστημιακά Τμήματα, μη κερδοσκοπικοί σύλλογοι και σωματεία, οικολογικές οργανώσεις, φορείς διαχείρισης οικοσυστημάτων, ΚΑΠΗ, σύλλογοι της περιοχής, επαγγελματικές ομάδες που η δραστηριότητά τους συνδέεται με το περιβάλλον και την αειφορία, νέοι που υπηρετούν στο στρατό. Τέλος, βοηθάει στην ανάπτυξη θεματικών δικτύων, τοπικών και διεθνών συνεργασιών.[14]



Εικόνα 1.9.2: λιμνοθάλασσα Βιστωνίδα [14]

Όσον αφορά στη λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου, αποτελεί τη μεγαλύτερη ενιαία λιμνοθάλασσα της χώρας. Η φωτογραφία της φαίνεται στην εικόνα 1.9.3. Επίσης, είναι αναπόσπαστο κομμάτι του μεγαλύτερου υγροτόπου της Ελλάδας και ένας από τους μεγαλύτερους και πλουσιότερους υγροτόπους της Μεσογείου τόσο σε αριθμό ειδών, όσο και σε πληθυσμό. Εντάσσεται στο «Εθνικό πάρκο λιμνοθαλασσών Μεσολογγίου-Αιτωλικού, κάτω ρου και εκβολών ποταμών Αχελώου και Ευήνου και νήσων Εχινάδων», στο οποίο περιλαμβάνονται λιμνοθάλασσες, χερσαίες και ποτάμιες εκτάσεις του νότιου τμήματος του Νομού Αιτωλοακαρνανίας, καθώς και το νησιώτικο σύμπλεγμα των Εχινάδων, που συνιστούν περιοχές με μεγάλη βιολογική, οικολογική, αισθητική, επιστημονική, γεωμορφολογική και περιβαλλοντική αξία.



Εικόνα 1.9.3: λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου [15]

Λόγω της σπουδαιότητάς του, το «Εθνικό Πάρκο» προστατεύεται από τη διεθνή Σύμβαση Ramsar, το δίκτυο Natura, Κοινοτικές Οδηγίες και την Ελληνική Νομοθεσία. Τμήματα του υγροτόπου έχουν χαρακτηριστεί «Διατηρητέα μνημεία της φύσης» και «Καταφύγια θηραμάτων», ενώ επίσης στον υγρότοπο περιλαμβάνονται το «Βιογενετικό Απόθεμα» του δάσους Φράξου, «Περιοχές προστασίας της φύσης» και «Περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης».

Η ανάγκη προστασίας, διατήρησης και διαχείρισης της φύσης και του τοπίου του «Εθνικού Πάρκου» ως φυσικής κληρονομιάς και πολύτιμου εθνικού φυσικού πόρου καθιστούν την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στη Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου σημαντικό κίνητρο ενεργοποίησης των μαθητών-μελλοντικών πολιτών προς την κατεύθυνση αυτή. Ειδικότερα, επιτακτική είναι η ανάγκη διατήρησης και διαχείρισης των σπάνιων οικοτόπων και της βιοποικιλότητας, δηλαδή των ειδών χλωρίδας και πανίδας, αλλά ιδιαιτέρως της ορνιθοπανίδας στην περιοχή του υγροτόπου, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.9.4. Σημαντική είναι και η ανάγκη ανάδειξης, διατήρησης και διαχείρισης του ισχυρού πολιτισμικού φορτίου που υποστηρίζει η λιμνοθάλασσα, έχοντας διαμορφώσει τις οικονομικές, κοινωνικές και πολιτισμικές συνιστώσες της ταυτότητας της περιοχής.[15]



Φοινικόπτερα

Κρυπτοτσικνιάς (*Ardeola*)

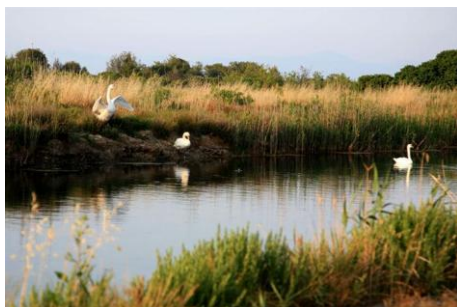
Λευκοτσικνιάς (*Egretta*)

Εικόνα 1.9.4: Είδη ορνιθοπανίδας στην περιοχή του υγρότοπου [15]

Με το πρόγραμμα «Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου» του ΚΠΕ Μεσολογγίου, οι μαθητές προσεγγίζουν τη λιμνοθάλασσα και τον ευρύτερο υγρότοπο ως οικοσύστημα, ως πεδίο της διαχρονικής δράσης του ανθρώπου σε αυτό αλλά και ως πεδίο μεγάλων ανθρώπινων παρεμβάσεων που έχουν εξασθενήσει ποσοτικά και ποιοτικά τον υγρότοπο, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη προστασίας του. Οι σκοποί προγράμματος είναι:

- Οι ομάδες να κατανοήσουν τη σχέση αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος.
- Να γνωρίσουν τη φύση με όλες τις αισθήσεις. Αυτό σημαίνει να την αντιληφθούν ως μέτρο και όριο, ως η μόνη δύναμη που μπορεί να ορίσει την ποιότητα ζωής και την ανθρώπινη ευτυχία.
- Να καλλιεργήσουν ικανότητες αξιολόγησης των ανθρώπινων παρεμβάσεων στη λιμνοθάλασσα και των μέτρων που λαμβάνονται για την προστασία της.
- Να αναπτύξουν κώδικα ευθύνης και προσωπικής συμβολής στην επίλυση των περιβαλλοντικών ζητημάτων που υποβαθμίζουν τη λιμνοθάλασσα.[15]

Όσον αφορά στο ΚΠΕ Καστρίου, αυτό βρίσκεται κοντά στη λιμνοθάλασσα του Μουστού. Αρκετοί μαθητές, γονείς, παιδιά και εκπαιδευτικοί επισκέπτονται αυτή τη λιμνοθάλασσα. Αυτό το κέντρο, το Μάρτιο του 2012 οργάνωσε σεμινάριο με θέμα: «Αξία των υγροτόπων στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και στη διαχείριση του νερού». Κατά τη διεξαγωγή του υπήρξαν αρκετά θέματα που αφορούσαν την προστασία και διαχείριση της λιμνοθάλασσας του Μουστού. Η λιμνοθάλασσα απεικονίζεται στην εικόνα 1.9.5. [16]



Εικόνα 1.9.5: λιμνοθάλασσα Μουστού [16]

Όσον αφορά στο Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς, αυτό βρίσκεται κοντά στη λιμνοθάλασσα του Κοτυχίου. Ιδρύθηκε με τη συνεργασία του Υπουργείου

Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και του Δήμου Καστοριάς στα τέλη του 1995. Αντικείμενο εργασίας της Παιδαγωγικής Ομάδας του Κέντρου είναι κυρίως η εκπαίδευση των μαθητών σε περιβαλλοντικά ζητήματα, η επιμόρφωση εκπαιδευτικών, η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, η ανάπτυξη θεματικών δικτύων, τοπικών και διεθνών συνεργασιών καθώς και η έρευνα σε θέματα περιβάλλοντος και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Οι στόχοι του ΚΠΕ Καστοριάς είναι:

- Η ευαισθητοποίηση των νέων σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον, ώστε να αναπτυχθούν στάσεις και συμπεριφορές που θα συμβάλουν στην προστασία της οικολογικής ισορροπίας και της ποιότητας ζωής και θα εξασφαλίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- Η υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, διάρκειας μίας έως έξι ημερών για τα σχολεία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που επισκέπτονται το Κ.Π.Ε. Καστοριάς.
- Η υλοποίηση προγραμμάτων άτυπης εξωσχολικής περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για ομάδες νέων.
- Η στήριξη προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης των σχολείων της εμβέλειας του Κ.Π.Ε. Καστοριάς σε συνεργασία με τους Υπεύθυνους Π.Ε./Σχολικών Δραστηριοτήτων των αντίστοιχων περιφερειακών ενοτήτων.
- Η παραγωγή εκπαιδευτικού ενημερωτικού υλικού, όπως έντυπου και οπτικοακουστικού, καθώς και πιλοτικών προγραμμάτων-οδηγών για τα σχολεία.
- Η σύνδεση με επιστημονικά ιδρύματα σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο, με ταυτόχρονη λειτουργία τράπεζας πληροφοριών, με σκοπό την επιστημονική ενημέρωση, έρευνα και τεκμηρίωση αλλά και τη συνεργασία για παραγωγή εκπαιδευτικών προγραμμάτων.
- Η οργάνωση και πραγματοποίηση επιμορφωτικών σεμιναρίων για τους εκπαιδευτικούς αλλά και επιμορφωτικών προγραμμάτων για ενήλικες σε συνεργασία με άλλους κυβερνητικούς και μη-κυβερνητικούς φορείς.
- Η προώθηση της έρευνας στον χώρο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.[17]



Εικόνα 1.9.6: λιμνοθάλασσα Κοτυχίου [17]

2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ [18]

Καταρχήν οι φυσικές επιστήμες, μέσω της παρατήρησης και του πειράματος, προσπαθούν να κατανοήσουν και να διερευνήσουν την πολυπλοκότητα της φύσης. Αυτός ο διερευνητικός και πειραματικός χαρακτήρας της μαθησιακής διαδικασίας της

γνώσης των φυσικών επιστημών διευκολύνει την ανάλυση, την κατανόηση και τη βελτίωση της φυσικής και της κοινωνικής πραγματικότητας. Αυτό βέβαια επιδιώκουν και τα προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και Αγωγής.

Οι σχολικές περιβαλλοντικές δραστηριότητες είναι επίκαιρες κριτικές παρεμβάσεις κοινωνικής αγωγής στο εκπαιδευτικό σύστημα, που σκοπεύουν τόσο στην απόκτηση γνώσεων και ικανοτήτων, όσο και στη διαμόρφωση αντιλήψεων, στάσεων, δράσεων και συμπεριφορών φιλικές προς το περιβάλλον, μέσα από συλλογική εργασία και ερευνητικό πνεύμα.

Η παρατήρηση, ο πειραματισμός, η εμπειρία και η βίωση, που χαρακτηρίζουν τις φυσικές επιστήμες, σε συνδυασμό με τον επιστημονικό λόγο, αποτελούν τα εργαλεία των δραστηριοτήτων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, για την επίτευξη των στόχων της.

Οι ερευνητικές δραστηριότητες περιβαλλοντικής εκπαίδευσης μέσα και έξω από το σχολείο, βοηθούν, ώστε οι μαθητές να εντοπίζουν ένα περιβαλλοντικό ζήτημα, να προβληματίζονται σχετικά με αυτό, να παρατηρούν, να συγκρίνουν, να αναλύουν και να υποθέτουν, ώστε τελικά να οδηγούνται σε επιβεβαιώσεις, γενικεύσεις και προτάσεις.

Οι φυσικές επιστήμες προσφέρουν ευκαιρίες για παρατήρηση, πειραματισμό, έρευνα, στοχασμό και προβληματισμό. Και επίσης, η διδασκαλία τους, στηριζόμενη και στην ανακάλυψη και την αγάπη των μαθητών για τη φύση, μπορεί να οδηγήσει στο σεβασμό και την προστασία της. Αυτοί άλλωστε είναι και οι δύο κορυφαίοι στόχοι των σχολικών προγραμμάτων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Η διερευνητική εξοικείωση και επαφή του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο προσέγγισης των φυσικών εννοιών, των φαινομένων και των προβλημάτων θεωρείται πολύ σημαντική, ίσως και περισσότερο από την ίδια την απόκτηση γνώσεων. Επιπλέον, βρίσκεται πολύ κοντά με τις διδακτικές αρχές και τα στάδια μεθοδολογίας των δραστηριοτήτων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, που με λειτουργικό τρόπο συνδέουν το μαθητή με το φυσικό, το κοινωνικό και το πολιτισμικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, οι μεθοδολογικές διαδικασίες των φυσικών επιστημών και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, δίνουν έμφαση σε επιστημονικές διαδικασίες που στοχεύουν να κάνουν τους μαθητές ικανούς να συγκεντρώνουν στοιχεία, να τα αναλύουν, να τα επεξεργάζονται, να πειραματίζονται πάνω σε αυτά, ώστε τελικά να οδηγούνται σε συμπεράσματα, γενικεύσεις και προτάσεις.

Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι τώρα πια τα αναλυτικά προγράμματα των φυσικών επιστημών σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, στοχεύουν όχι μόνο στην κατανόηση και την ερμηνεία της φύσης, αλλά και στην προστασία της και στη συνειδητοποίηση των παραγόντων που ανατρέπουν την ισορροπία της. Και επιπλέον, το περιεχόμενο των διδακτικών ενοτήτων των φυσικών επιστημών περιλαμβάνει ζητήματα και προβλήματα που ερευνούνται μέσα από τις σχολικές δραστηριότητες της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

Έτσι, ενδιαφέροντα θέματα για περιβαλλοντική αγωγή, εκπαίδευση, μελέτη και έρευνα αποτελεί για παράδειγμα, η εξάρτηση του φυτικού κόσμου από την ηλιακή ενέργεια, η αλλοίωση των χημικών συστατικών του αέρα από την ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηχορύπανση, η ρύπανση των υδάτων από οικιακά λύματα, βιομηχανικά

απόβλητα και πετρελαιοειδή, το ζήτημα του νερού, ως φυσικός πόρος που εξαντλείται και ρυπαίνεται και το πρόβλημα της ρύπανσης της καλλιεργημένης γης και της αλλοίωσης των τροφίμων από τα γεωργικά φάρμακα.

Επιπροσθέτως, σοβαρό και επίκαιρο θέμα για περιβαλλοντική μελέτη είναι το πρόβλημα χρήσης και ελέγχου της πυρηνικής ενέργειας, των εφαρμογών της βιομάζας, της ηλιακής, της γεωθερμικής, της αιολικής και άλλων εναλλακτικών, ήπιων, μη ρυπογόνων μορφών ενέργειας, καθώς και το ζήτημα των βιολογικών οικοσυστημάτων και της προστασίας τους.

Τα θέματα αυτά, ερευνητικώς επεξεργασμένα και παρουσιασμένα, μπορούν να συμβάλουν στη διαμόρφωση ευνοϊκών αντιλήψεων, απόψεων, στάσεων και συμπεριφορών ως προς τη διατήρηση, την προστασία, τη φροντίδα και τη βελτίωση του περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα, κατά την οργάνωση και εφαρμογή δραστηριοτήτων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, βοηθούν τους μαθητές στην ανάπτυξη κριτικού, ερευνητικού και επιστημονικού πνεύματος, καθώς και στην ικανότητα λήψης αποφάσεων για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Παλαιότερα, η περιβαλλοντική εκπαίδευση περιοριζόταν μόνο στις γνωστικές διαστάσεις των φυσικών επιστημών, εξετάζοντας ξεχωριστά τη φυσική, τη χημική και τη βιολογική πλευρά του περιβάλλοντος. Έτσι, αυτή η εκπαίδευση ήταν αποκομμένη από τη ζωντανή φύση, την πολυδιάστατη κοινωνία και την πραγματική ζωή. Αυτό συνέβαινε, γιατί μετέδιδε απλά πληροφορίες για τη φύση, χωρίς να μετασχηματίζονται μεθοδολογικά οι πληροφορίες αυτές σε γνώσεις και χωρίς να έχουν ως περεταίρω στόχο τις ευνοϊκές τάσεις, στάσεις, δράσεις και συμπεριφορές απέναντι στο ολιστικό περιβάλλον.

Σήμερα όμως, μετά από τις παγκόσμιες συνδιασκέψεις της UNESCO-UNEP για το περιβάλλον και την εκπαίδευση, η περιβαλλοντική εκπαίδευση εξετάζει και την κοινωνικοπολιτισμική και τεχνο-οικονομική διάσταση του περιβάλλοντος, γιατί με αυτό τον ολιστικό και διεπιστημονικό τρόπο προσέγγισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων, ο άνθρωπος μπορεί να κατανοήσει καλύτερα, βαθύτερα και πλατύτερα τον κόσμο του, καθώς και να διαχειριστεί πιο σωστά τον περιβάλλοντα χώρο του. Έτσι, τώρα πια, η περιβαλλοντική εκπαίδευση έχει ως κυρίαρχο στόχο την κατανόηση της συνθετικής φύσης των περιβαλλοντικών ζητημάτων, μέσα από τις φυσικές, χημικές, βιολογικές, οικονομικές, τεχνολογικές, πολιτισμικές και θεσμικές τους διαστάσεις.

Εξάλλου, τα πολύπλοκα, πολυδιάστατα διασυνοριακά περιβαλλοντικά προβλήματα, για να αναλυθούν, να επεξεργαστούν και να αξιολογηθούν, απαιτούν πολυεπιστημονική σύνδεση των γνώσεων, που βοηθούν στην κριτική ανάλυση και διερεύνησή τους.

Με τις πολυεπιστημονικές συνδέσεις και διεπιστημονικές προσεγγίσεις των πολλαπλών διαστάσεων των περιβαλλοντικών ζητημάτων και προβλημάτων, μπορούν να κατακτηθούν γνώσεις, αξίες, στάσεις και ικανότητες, με τις οποίες, οι σημερινοί σπουδαστές-αυριανοί πολίτες θα ενημερωθούν έγκυρα, θα ευαισθητοποιηθούν συνειδητά, θα ενεργοποιηθούν αποτελεσματικά και θα συμπεριφερθούν υπεύθυνα για την πρόληψη και επίλυση των κοινωνικο-οικολογικών προβλημάτων. Επομένως, η περιβαλλοντική εκπαίδευση δεν εννοείται ούτε εφαρμόζεται σαν μία απλή εφαρμογή των φυσικών επιστημών, αλλά ούτε και σαν ένα νέο μάθημα περιβαλλοντολογίας που

πρέπει να προστεθεί στα ήδη υπάρχοντα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος. Στην πραγματικότητα είναι ένας σύνθετος κλάδος πολυεπιστημονικής σύνδεσης και διεπιστημονικής συνεισφοράς στη γνώση, κατανόηση, ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων, με πλησιέστερη και συγγενικότερη γνωστική περιοχή αυτή των φυσικών επιστημών, λόγω του περιεχομένου της και των μεθοδεύσεων ανάλυσης και ερμηνείας της.

Όλα αυτά σημαίνουν ότι η περιβαλλοντική εκπαίδευση δεν μπορεί να συμβαδίσει με τα παραδοσιακά πρότυπα μάθησης. Μπορεί όμως να προωθήσει νέες ερευνητικές και ανακαλυπτικές διδακτικές προσεγγίσεις, δίνοντας έμφαση στις σχέσεις και τους ρόλους της συνεργαζόμενης και πιθανόν αυτοδιαχειριζόμενης σχολικής κοινότητας μαθητών, δασκάλων και γονέων, που συμμετέχουν στις λειτουργίες της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Η απάντηση στο ερώτημα εάν οι φυσικές επιστήμες στο σχολικό σύστημα μπορούν να ανταποκριθούν στους στόχους της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, εξαρτάται από τους συγκεκριμένους στόχους των φυσικών επιστημών. Δηλαδή αν οι φυσικές επιστήμες είναι απλά μία διαδικασία για την εισαγωγή σε μία πανεπιστημιακή σχολή ή αν είναι διδασκαλία που στοχεύει κυρίως στην κοινωνικο-επιστημονική συγκρότηση των αυριανών πολιτών. Αν λοιπόν η διδασκαλία τους έχει ως μόνο στόχο την εισαγωγή στο πανεπιστήμιο, οι γνώσεις θα προσφέρονται ασύνδετες και μεμονωμένες. Και επιπλέον, οι γνώσεις γύρω από τις φυσικές επιστήμες θα προσφέρονται χωρίς μαθητικές δραστηριότητες και χωρίς περεταίρω διερεύνηση της σκέψης. Η σκέψη δηλαδή θα περιορίζεται σε κάποια προβλήματα μαθηματικών ή θεωρητικά, με προκαθορισμένη λύση, που δεν έχουν σχέση με τις εμπειρίες των μαθητών.

Με αυτό το γνωστό σχολικό μοντέλο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, που παρουσιάζεται χρόνια τώρα στα σχολεία, δημιουργήθηκε η αντίληψη ότι οι επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις μπορούν να επιλύσουν οποιοδήποτε περιβαλλοντικό πρόβλημα. Άλλο βασικό μειονέκτημά του είναι ότι με αυτό τον τρόπο, οι φυσικές επιστήμες διδάσκονται σε ένα κλειστό σχολικό πρόγραμμα, χωρίς ενεργητικές δραστηριότητες και χωρίς σύνδεση με το φυσικό, κοινωνικό, παραγωγικό και τεχνολογικό περιβάλλον.

Όμως μέσα σε ένα τέτοιο σχολικό πλαίσιο δεν ευνοούνται οι επιδιώξεις, οι αρχές και οι μέθοδοι της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση δίνει προτεραιότητα σε γνώσεις, στάσεις και αξίες που αντλούνται όχι μόνο με παθητικό τρόπο από τα βιβλία, αλλά και από όλες τις πολλαπλές πηγές πληροφόρησης με ολιστικές προσεγγίσεις.

Οι φυσικές επιστήμες βέβαια, έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των τεχνικών, οικονομικών, κοινωνικών και πολιτισμικών συνθηκών, μέσα από την ανάπτυξη νέων κλάδων, όπως η βιοχημεία, η βιοτεχνολογία, η γενετική μηχανική, η πυρηνική ιατρική και άλλες τεχνολογικές και επιστημονικές εξελίξεις. Όλα αυτά οδηγούν στην ανάγκη στοιχειώδους επιστημονικής κατάρτισης των μελλοντικών πολιτών, οι οποίοι οφείλουν να προσαρμοστούν στις νέες δομές της τεχνολογικής κοινωνίας.

Τα σχολικά προγράμματα των φυσικών επιστημών από τη δεκαετία του 90 δίνουν έμφαση στα κοινωνικά και κοινοτικά θέματα, στις πολλαπλές διαστάσεις και εφαρμογές τους και στην επίλυση θεμάτων και προβλημάτων, των οποίων η διερεύνηση γίνεται με πολλές συμμετοχικές ερευνητικές μεθοδεύσεις.

Κάτω από αυτές τις κοινές επιδιώξεις και πρακτικές των φυσικών επιστημών και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, δημιουργείται σήμερα έντονο ενδιαφέρον για τη διαμόρφωση ενός νέου συστήματος αξιών, τη λήψη αποφάσεων, την κριτική σκέψη, τη δραστηκή διερεύνηση των πραγματικών προβλημάτων, καθώς και την αναζήτηση εναλλακτικών τρόπων επίλυσής τους.

Αρα, η περιβαλλοντική εκπαίδευση δεν είναι μία απλή διδασκαλία των περιβαλλοντικών προβλημάτων, των αιτιών τους και των τρόπων επίλυσής τους. Στην πραγματικότητα, η περιβαλλοντική εκπαίδευση και αγωγή ενδιαφέρεται για το ποιοι φιλοσοφικά είμαστε, ποιες κοινωνικές, οικονομικές και αισθητικές αξίες διατηρούμε και διαμορφώνουμε και ποιες δράσεις αναπτύσσουμε για τη βελτίωση του κόσμου στον οποίο ζούμε.

3. ΜΕΘΟΔΟΣ PROJECT

3.1 Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ

Η «μέθοδος project» ή αλλιώς «το σχέδιο εργασίας» είναι μία διεπιστημονική, βιωματική μέθοδος αναζήτησης της γνώσης και διερεύνησης των ζητημάτων. Πιο συγκεκριμένα, είναι μία εκπαιδευτική διαδικασία, που οδηγεί στη μάθηση μέσω μίας συγκεκριμένης ακολουθίας ενεργειών και δραστηριοτήτων. Για το λόγο αυτό λέγεται αλλιώς και «μέθοδος των βιωμάτων» ή «βιωματική-επικοινωνιακή διδασκαλία».[19]

Η προέλευση της λέξης «project» είναι λατινική. Το ρήμα *projectum* σημαίνει ακριβώς ό,τι και το αρχαίο ρήμα *προβάλλω*, δηλαδή ρίχνω προς τα εμπρός. Ο όρος προέρχεται από το χώρο των επιχειρήσεων και αναφέρεται σε καλά σχεδιασμένα προγράμματα, που εκτελούνται βάσει χρονοδιαγραμμάτων.

Η ιστορική αναζήτηση των ριζών της μεθόδου «project» τοποθετείται στις αρχές του 20^{ου} αιώνα στις προτάσεις της Παγκόσμιας Μεταρρυθμιστικής Παιδαγωγικής. Ακόμα και σήμερα ανήκει στις νεωτεριστικές προτάσεις, καθώς, μέσω αυτής της μεθόδου, ανατρέπεται το καθιερωμένο εκπαιδευτικό σύστημα και αντικαθίσταται από εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας. Αυτοί οι τρόποι έχουν αρχίσει να ενσωματώνονται στα Νέα Αναλυτικά Προγράμματα πολλών χωρών, ανάμεσα στις οποίες ανήκει και η χώρα μας. [20]

Το κύριο επιχείρημα των παιδαγωγών που επεξεργάστηκαν και πρότειναν αυτή τη μέθοδο είναι ότι το σχολείο αποτελεί έναν χώρο αποκομμένο από τη ζωή που εξελίσσεται έξω από αυτόν, και επιπλέον ότι η γνώση αντλείται μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια και τους δασκάλους. Θεώρησαν λοιπόν ότι αυτό πρέπει να αλλάξει και να γίνει το άνοιγμα του σχολείου στην πραγματική ζωή.

Στη μέθοδο project ο μαθητής καταρχήν λειτουργεί ως δυναμικός αναζητητής της πληροφορίας και της γνώσης, σε αντίθεση με το παραδοσιακό σχολείο, όπου

συσσωρεύει παθητικά τις γνώσεις. Επιπλέον, ο μαθητής χαίρεται, γιατί υπάρχει συνεργασία και δράση, γεγονός που δεν συμβαίνει στο παραδοσιακό σχολείο, αφού εκεί ο μαθητής είναι μόνος του και κάνει μόνο ατομική προσπάθεια. Τρίτον, ο ίδιος δεν είναι πια ένας απλός ακροατής, αλλά μπορεί να σχεδιάζει μόνος του το πρόγραμμα και προσπαθεί όσο μπορεί να εκπληρώσει τους στόχους του. Επίσης, η μέθοδος project δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να εργάζονται ομαδικά, παράγοντας έργο, το οποίο στο τέλος της σχολικής χρονιάς μπορεί να αποτυπωθεί σε κάποιο χειροπιαστό προϊόν, για παράδειγμα μία έκδοση, μία ταινία, μία συλλογή, μία έκθεση ή μία δράση.[20]

Επιπλέον, στη μέθοδο project οι γνώσεις αναζητώνται συνεχώς, με την αξιοποίηση όλων των δυνατών πηγών, όπως το περιβάλλον, οι άνθρωποι, τα έντυπα υλικά, το διαδίκτυο και οι ειδικοί. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με το παραδοσιακό σχολείο, όπου οι γνώσεις θεωρούνται τελειωμένες και στατικές. Επιπλέον, στη νέα μέθοδο η γνώση παρέχεται διεπιστημονικά, αφού για τη μελέτη πολύπλοκων πραγματικών ζητημάτων, απαιτείται η συνεργασία πολλών επιμέρους γνωστικών αντικειμένων. Αντίθετα, στο παραδοσιακό σχολείο η γνώση προσφέρεται χωρισμένη σε επιμέρους τμήματα, τα οποία οι μαθητές δυσκολεύονται να συνδέσουν.

Όσον αφορά το ρόλο του δασκάλου, στο project λειτουργεί ως εμπνευστής, συντονιστής και προσπαθεί να εκπληρώσει τους στόχους του προγράμματος, σε αντίθεση με το παραδοσιακό σχολείο, όπου είναι ο κυρίαρχος.

Γενικά, η μέθοδος project είναι η πιο διαδεδομένη στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και διευκολύνει τη μάθηση, καθώς στηρίζεται στην εμπειρία και το βίωμα. Εξάλλου είναι γνωστό ότι η ενεργητική μάθηση και η βιωματική προσέγγιση είναι οι καταλληλότερες μέθοδοι για την επίτευξη των στόχων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών στις διαδικασίες μάθησης διευκολύνει την απόκτηση πληροφοριών και ταυτόχρονα αυξάνει την ευνοϊκή διάθεση των μαθητών, αφού αυτοί αποκτούν περισσότερο θετικές στάσεις προς το θέμα που μελετάται και γενικότερα προς το σχολείο και τη μάθηση.[19,20]

Ταυτόχρονα, οι μαθητές αποκτούν ικανότητες και δεξιότητες, που ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας δεν μπορεί να τους προσφέρει. Τα project είναι προσανατολισμένα σε πραγματικές καταστάσεις και οδηγούν τους μαθητές σε αναζήτηση σχετικών γνώσεων. Έτσι, η γνώση αποκτά νόημα, γίνεται στόχος που φωτίζει το προς μελέτη θέμα και τελικά η μάθηση γίνεται μία κοινωνική εμπειρία, καθώς οι μαθητές εμπλέκονται στην αναζήτησή της και εργάζονται ομαδικά. Πάντως κάθε άτομο πρέπει να προσπαθεί όσο περισσότερο μπορεί, ώστε να ολοκληρώνεται το συνολικό έργο και να παράγεται το τελικό προϊόν.

Όσον αφορά στις αρχές που πρέπει να τηρούνται για την επιτυχή διεξαγωγή ενός project, η πρώτη είναι να γίνεται επιλογή θέματος με όσο το δυνατό μεγαλύτερη συμμετοχή των παιδιών, ώστε το θέμα να τα ενδιαφέρει και να έχει σχέση με το γνωστικό τους υπόβαθρο. Δεύτερον, να γίνεται μία γενική συζήτηση για τον τρόπο που πρόκειται να δουλεύουν, τρίτον, να υπάρχει χρονοδιάγραμμα εργασιών για την καλύτερη αξιοποίηση του χρόνου, τέταρτον να γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα αλληλοενημέρωση των ομάδων με μικρές ανακοινώσεις των εργασιών τους και τέλος,

στην πορεία του προγράμματος να γίνονται τροποποιήσεις στους στόχους, εάν είναι απαραίτητο.[20] Σύμφωνα με τον Hindle, τα πλεονεκτήματα της μεθόδου project είναι:

1. Εκπαιδεύει τους μαθητές να κατανοήσουν, να αποσαφηνίσουν και να λύσουν προβλήματα και να σκεφτούν κριτικά.
2. Ενθαρρύνει τους μαθητές να είναι πρακτικοί, δημιουργικοί και επικοινωνιακοί.
3. Η εργασία, στο πλαίσιο του project, μπορεί εύκολα να εκληφθεί ως σχετική με τα πραγματικά προβλήματα και με τις ανάγκες των μαθητών. Αυτό τους ενθαρρύνει στο να σκεφτούν ότι η εργασία είναι μία σημαντική εμπειρία και όχι αποθαρρυντική αγγαρεία.
4. Τα προγράμματα αυτά αλλάζουν τις σχέσεις μεταξύ διδασκόντων και μαθητών, αφού οι διδάσκοντες είναι σύμβουλοι που προσφέρουν βοήθεια και συμβουλές, γεγονός που δίνει στους μαθητές υπευθυνότητα για τη δική τους μάθηση.
5. Η εργασία επιτρέπει στους μαθητές να μαθαίνουν μέσω συμπαγούς και πυκνής εμπειρίας, μέσω του πειραματισμού, περισσότερο από την ατομική παρατήρηση ή την αφηρημένη σκέψη.
6. Τα project έχουν μεγάλη αξία, γιατί βοηθούν στη βελτίωση της εκπαίδευσης των μαθητών και στην προετοιμασία τους για πιο απαιτητικές εργασίες.[19]

3.2 ΕΙΔΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ [20]

Τα σχέδια εργασίας χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη διάρκειά τους, το περιεχόμενο και τη δομή τους. Όσον αφορά στη διάρκειά τους, μπορούν να είναι μικρής διάρκειας, οπότε διαρκούν μερικά δίωρα, μέσης διάρκειας, οπότε διαρκούν μία εβδομάδα και μεγάλης διάρκειας, οπότε διαρκούν μερικούς μήνες ή χρόνια.

Όσον αφορά στο περιεχόμενό τους, υπάρχουν καταρχήν τα projects αναφοράς (report projects), όπου γίνεται έκθεση γνώσεων των μαθητών, που αποκτούνται μετά από μελέτη συγκεκριμένης βιβλιογραφίας. Επίσης, υπάρχουν τα projects επίδειξης (demonstration projects), όπου εκτός από την έκθεση γνώσεων περιλαμβάνονται και άλλα επιπλέον υλικά, συσκευές και πειράματα. Τέλος, υπάρχουν και τα ερευνητικά projects (research projects), τα οποία εξετάζουν θέματα με μικρές ή μεγάλες έρευνες.

Όσον αφορά τη δομή τους, υπάρχουν καταρχήν τα ανοιχτά ή ελεύθερα σχέδια εργασίας, τα οποία σχεδιάζονται τελείως ελεύθερα από τους μαθητές, είναι ανοιχτά στη θεματολογία τους ανάλογα με τις συνθήκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών και είναι δυνατό να αναπροσαρμόζονται. Επίσης, υπάρχουν τα δομημένα σχέδια εργασίας, τα οποία έχουν μία πιο σφιχτή δομή σε σχέση με τα ελεύθερα και επιφέρουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με τα ανοιχτά. Σε αυτά οι μαθητές εργάζονται και αναζητούν πληροφορίες με την καθοδήγηση φύλλων εργασίας, που έχουν ετοιμάσει οι ίδιοι ή οι εκπαιδευτικοί. Τέλος, υπάρχουν τα ημιδομημένα σχέδια εργασίας, τα οποία σε κάποια σημεία είναι πολύ αυστηρά δομημένα, ενώ σε άλλα είναι αρκετά ελεύθερα. Τα ημιδομημένα σχέδια εργασίας έχουν ένα πυρήνα επιστημονικών γνώσεων, που αποκτώνται μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες βιωματικού χαρακτήρα και στη συνέχεια αποκτούν ένα πιο διερευνητικό χαρακτήρα.

Τα σχέδια εργασίας μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις ηλικίες. Ένα μειονέκτημα είναι η τάση για εγκυκλοπαιδισμό, δηλαδή η αντιγραφή από βιβλία, εγκυκλοπαίδειες,

και από το διαδίκτυο και το αναμάσημα πληροφοριών. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι τα σχέδια εργασίας πολλές φορές εκτείνονται τόσο πολύ, οπότε τελικά δεν ολοκληρώνονται και οι μαθητές ξεφεύγουν από το θέμα. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να οργανώνει και να καθοδηγεί τους μαθητές, ώστε τα προγράμματα να έχουν ενδιαφέρον για αυτούς και να παράγουν οι ίδιοι τη γνώση. Η ικανότητα αυτή αποκτάται σταδιακά, μέσα από την εμπειρία του εκπαιδευτικού σε αυτό τον τρόπο εργασίας.

3.3 Η ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PROJECT

Για την σωστή διεξαγωγή ενός προγράμματος(project), καλό θα είναι να ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- 1) **Επιλογή του θέματος**. Το θέμα επιλέγεται με βάση τα ενδιαφέροντα των μαθητών, τα τοπικά προβλήματα, τα προσφερόμενα μέσα στην περιοχή του σχολείου, την επικαιρότητα και την ύλη του αναλυτικού προγράμματος. Οποιοδήποτε περιβαλλοντικό πρόβλημα, οποιαδήποτε περιβαλλοντική ανησυχία ή ερώτημα μπορεί να οδηγήσει στο ξεκίνημα ενός project. Είναι σημαντική η συμμετοχή των μαθητών σε αυτό το στάδιο. Η συζήτηση με τον καθηγητή, η χρήση υλικών από εφημερίδες ή περιοδικά, οι φωτογραφίες, η προβολή video, η παρουσίαση ενός παλαιότερου προγράμματος, συνιστούν εξωτερικά κίνητρα για τα παιδιά, ώστε να αποφασίσουν τα ίδια για τη διεξαγωγή του προγράμματος. Εάν οι απόψεις για την επιλογή του θέματος είναι πολλές, η τελική επιλογή του θέματος μπορεί να γίνει με ψηφοφορία. [19]
- 2) **Επιλογή του συντονιστή και ο καθορισμός του ρόλου του**. Ο συντονιστής επιλέγεται με ψηφοφορία από τους ίδιους τους μαθητές ή με κλήρωση. Αυτός είναι που θα γράψει στον πίνακα το θέμα του project και τους στόχους του, θα χωρίσει τους μαθητές σε ομάδες, θα προσπαθήσει να εξασφαλίσει καλή συνεργασία μεταξύ των μελών κάθε ομάδας, θα συντονίζει τις ομάδες, θα ορίζει τη χρονική διάρκεια κάθε βήματος, και θα προσπαθήσει να τηρείται ο καθορισμένος χρόνος.[21]
- 3) **Διατύπωση σκοπού υλοποίησης του προγράμματος**. Επειδή η διερεύνηση ενός θέματος οδηγεί συνεχώς σε νέες πτυχές, υπάρχει κίνδυνος για τους μαθητές να ξεφύγουν από το θέμα. Οπότε η διατύπωση του σκοπού υλοποίησης του προγράμματος είναι απαραίτητη. Ο σκοπός διατυπώνεται γραπτά στον πίνακα από τον εκπαιδευτικό, ώστε να είναι ορατός από όλους τους μαθητές. Έτσι, οι μαθητές θα ξέρουν το περιεχόμενο που θα βάλουν στην εργασία, τις κατάλληλες μεθόδους με βάση τις οποίες θα κινηθούν και τις πηγές πληροφοριών.
- 4) **Οργάνωση των μαθητών σε ομάδες**. Σε αυτό το στάδιο γίνεται η κατάτμηση του έργου σε μικρότερα κομμάτια και οι μαθητές οργανώνονται σε ομάδες, σύμφωνα με τις οδηγίες του εκπαιδευτικού. Καθορίζεται ο γραμματέας της κάθε ομάδας και αφού αποφασιστεί τι θα διερευνηθεί, τίθενται οι ερωτήσεις έρευνας, καθορίζονται οι στόχοι, διατυπώνεται το πλάνο εργασίας και δραστηριοτήτων και η καταγραφή των πηγών πληροφόρησης. Τέλος, γίνεται λεπτομερής καταγραφή των συζητήσεων, των απόψεων και των προτάσεων που γίνονται αποδεχτές από όλους. [21]

- 5) **Διαμόρφωση του πλαισίου δράσης κάθε ομάδας.** Σε αυτό το στάδιο γίνεται η σωστή διατύπωση και ο προσδιορισμός και η διαμόρφωση των επιμέρους στόχων, καθώς οι τρόποι προσέγγισης, το προς συγκέντρωση υλικό και οι πηγές ανεύρεσης υλικού και τέλος, η ομάδα καθορίζει την ανάληψη ευθύνης, και τον καθορισμό εργασιών, δηλαδή ποιος θα κάνει τι. Είναι θετικό το ότι υπάρχει εύκολη πρόσβαση στο διαδίκτυο, αφού παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα να προσεγγίσουν μεγάλες βάσεις δεδομένων, να παρακολουθούν τις εξελίξεις και να επικοινωνούν μεταξύ τους, καθώς και με όποιον από τους φορείς έχουν ανάγκη. Εξάλλου οι μαθητές είναι πιο εξοικειωμένοι με τις δικτυακές τεχνολογίες σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς. [20,21]
- 6) **Διάλειμμα ενημέρωσης και ανατροφοδότησης.** Στα διαλείμματα ενημέρωσης, οι μαθητές διακόπτουν τις δραστηριότητές τους, ώστε να ανταλλάξουν πληροφορίες μεταξύ τους, που αφορούν όλη την ομάδα, να ετοιμάσουν σημειώσεις σχετικές με όσα συνέβησαν μέχρι το διάλειμμα, να οργανώσουν λεπτομερώς τα επόμενα βήματα και να συζητήσουν για την μέχρι τώρα πρόοδο του προγράμματος σε σχέση με τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα. Όσον αφορά στα διαλείμματα ανατροφοδότησης, διαδραματίζουν σημαντικό εκπαιδευτικό ρόλο, αφού κατά τη διάρκειά τους, γίνεται κριτική ανασκόπηση και αξιολόγηση των επιμέρους εργασιών, ως μέρος του συνολικού προγράμματος και του επιδιωκόμενου αποτελέσματος. Οι μαθητές εξετάζουν το βαθμό επιτυχίας των διαφόρων δράσεων, των παραγόντων που συντέλεσαν στο ένα ή το άλλο αποτέλεσμα, τις πιθανές τροποποιήσεις με στόχο τη βελτίωση του προγράμματος. Είναι απαραίτητο να συμμετέχουν όλα τα μέλη της ομάδας, να ανταλλάσσονται απόψεις, να εκφράζονται ελεύθερα όλες οι απόψεις και να παίρνονται αποφάσεις ομόφωνα. [19]
- 7) **Συγκέντρωση και ταξινόμηση του υλικού.** Κάθε ομάδα, ανάλογα με τη θεματική της ενότητα, σχεδιάζει τον προγραμματισμό της για τη συγκέντρωση του υλικού και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιήσει. Επίσης, ο γραμματέας ζητάει από κάθε μαθητή να εκφράσει την άποψή του σχετικά με την πορεία του project. Όλες οι απόψεις καταγράφονται. Η εργασία προχωρά με τη συνεργασία της ομάδας. [21]
- 8) **Γνωστοποίηση του προγράμματος.** Στα μικρά project κάθε ομάδα διαβάζει τα πορίσματά της, παρουσιάζει το αποδεικτικό υλικό και ολοκληρώνει την παρουσίασή της με ένα τραγούδι ή με την απαγγελία ενός ποιήματος ή με την ανάγνωση ενός πεζού κειμένου. Τα μεσαία και τα μεγάλα project είναι πιο απαιτητικά στην παρουσίασή τους. Η παρουσίαση μπορεί να γίνει με ανακοινώσεις στον πίνακα ανακοινώσεων του σχολείου, με εφημερίδα της τάξης ή της περιβαλλοντικής ομάδας του σχολείου ή με κάποια εκδήλωση στο σχολείο και την τοπική κοινωνία, η οποία θα περιλαμβάνει ανακοινώσεις των εργασιών, θεατρικά, παίξιμο ρόλων, αφίσες, φωτογραφίες και έκθεση υλικού.[20,21]
- 9) **Αξιολόγηση της πορείας και των αποτελεσμάτων της δουλειάς.** Η αξιολόγηση είναι βασικό στοιχείο κάθε προγράμματος. Η ομάδα καλείται να εκτιμήσει και να αποτιμήσει το εκπαιδευτικό έργο της, το βαθμό επίτευξης στόχων, το βαθμό συμμετοχής των μαθητών, τα αισθήματά τους από τη συμμετοχή στο πρόγραμμα, τα λάθη που έγιναν, σε ποια σημεία το πρόγραμμα δεν κύλησε ομαλά, τις δυσκολίες, ώστε να επανέλθουμε με περισσότερο ρεαλιστικούς στόχους, με καλύτερη οργάνωση και με μεγαλύτερη κινητοποίηση των μαθητών. Στην εκτίμηση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να ληφθεί

υπόψιν και η ατομική συμπεριφορά και επίτευξη και αυτή των υποομάδων. Με τον εντοπισμό των λαθών σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο, οι μαθητές ασκούνται στην αναγνώριση και παραδοχή των λαθών, που θα τους βοηθήσει στην ουσιαστική βελτίωσή τους. Επίσης, θα συνειδητοποιήσουν ότι η πιθανότητα λάθους είναι στοιχείο κάθε ανθρώπινης ενέργειας και επίσης η αναγνώριση και η αξιοποίηση του λάθους αποτελεί στοιχείο εξέλιξης και βελτίωσης. [19]

Η διαμορφωτική αξιολόγηση, δηλαδή η αξιολόγηση κατά τη διάρκεια του προγράμματος, η οποία στοχεύει στην καθοδόν βελτίωση του προγράμματος, μπορεί να γίνεται με τήρηση ημερολογίου, με συζητήσεις ανάμεσα στην ομάδα, σχετικές με τις δυσκολίες που συνάντησαν οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί μεταξύ τους και με την επαφή με άλλους, αλλά και τις ευχάριστες και τις δημιουργικές φάσεις του προγράμματος, με παρατήρηση της συμπεριφοράς των μαθητών, όπως είναι η αντίδρασή τους σε συγκεκριμένα προβλήματα, αν συμμετέχουν περισσότερο σε θέματα του σχολείου και ευρύτερα κοινωνικά και περιβαλλοντικά, με τη μελέτη των κειμένων, των εικαστικών δημιουργιών ή άλλων κατασκευών, με πειράματα ή με ερωτηματολόγια.

Η τελική αξιολόγηση, δηλαδή η αξιολόγηση στο τέλος του προγράμματος, που έχει ως στόχο τη διαπίστωση της επίτευξης των στόχων του προγράμματος, είναι δυνατό να γίνει με συζητήσεις, στις οποίες αναφέρεται η εμπειρία των μαθητών και ό,τι αποκόμισαν από τη διεξαγωγή του προγράμματος, με παρατήρηση της συμπεριφοράς των μαθητών, με τεστ γνώσεων και με ερωτηματολόγια γνώμης και στάσεων.[20]

3.4 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PROJECT [19]

Η υλοποίηση ενός προγράμματος καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις εξής προϋποθέσεις:

- 1) **Η διάθεση χρόνου.** Για τα σχολεία της Ελλάδας, όπου το σχολικό πρόγραμμα είναι αυστηρό και ελεγχόμενο, η διάθεση χρόνου είναι ένα πρόβλημα, αφού εμποδίζει τη δυνατότητα διεξαγωγής ενός προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε μορφή project. Έτσι, ένα πρόγραμμα πρέπει να έχει σημαντική διάρκεια, ώστε να υπάρξει ο επαρκής χρόνος. Για παράδειγμα, μία σχολική χρονιά είναι ο ιδανικός χρόνος.
- 2) **Χώρος.** Ο πιο συνηθισμένος χώρος για τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων είναι η σχολική αίθουσα. Το ιδανικό θα ήταν αν σε κάθε σχολικό κτίριο υπήρχε μία αίθουσα για τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, όπου η μαθητές θα θεωρούσαν ότι είναι αποκλειστικά δικός τους χώρος και θα αφιερώνουν χρόνο και μεράκι για να τον διαμορφώσουν σύμφωνα με τις επιθυμίες τους.

Γενικά πάντως το περιβάλλον παίζει καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων του προγράμματος, στη συμπεριφορά των μαθητών και στην ίδια τη μάθηση. Έτσι, θα πρέπει να είναι διαμορφωμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να εκφράζει τις ανάγκες των μαθητών και τη διαφορετικότητα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

- 3) **Συνεργασίες.** Η συνεργασία με εξωσχολικά άτομα, ομάδες και φορείς είναι πολύ σημαντικό στοιχείο κάθε προγράμματος. Εξάλλου η περιβαλλοντική εκπαίδευση θέλει να ανοίξει το σχολείο προς την κοινωνία. Η συνεργασία χρειάζεται προσοχή και καλή προετοιμασία. Η προετοιμασία αφορά τα κατάλληλα πρόσωπα και την κατάλληλη

προσέγγιση των προσώπων και φορέων. Επίσης, κάποιοι γονείς που είναι οι ίδιοι επιστήμονες ή είναι μέλη οργανώσεων με τις οποίες οι μαθητές θέλουν να συνεργαστούν, μπορούν να βοηθήσουν στη διεξαγωγή του προγράμματος.

4.Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα βοηθά στην κατανόηση της θεωρίας, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στην καλλιέργεια της επιστημονικής-ερευνητικής σκέψης. Το πείραμα είναι απαραίτητο στο γυμνάσιο, αφού οι μαθητές σε αυτή την ηλικία δυσκολεύονται να συλλάβουν και να αντιληφθούν έννοιες και φαινόμενα, παρά μόνο αν τα μελετήσουν εποπτικά και πειραματικά. Αλλά και στην ά και β λυκείου μπορούν να γίνονται πειράματα, γιατί βοηθούν όσους μαθητές δεν έφτασαν ακόμη στο αφαιρετικό στάδιο ή αν έφτασαν, με τα πειράματα αποκτούν τη βιωματική-διερευνητική προσέγγιση της θεωρίας, η οποία έτσι γίνεται πιο προσιτή, κατανοητή και εφαρμοσμένη. [18]

Όσον αφορά στη διδασκαλία της χημείας σε όλες τις τάξεις, η επιτυχία της προϋποθέτει μία διδακτική μεθοδολογία μέσα στην τάξη, σε συνδυασμό με τη διεξαγωγή πειραμάτων στο σχολικό εργαστήριο ή στο πεδίο. Αυτό ισχύει, γιατί ένα πείραμα μπορεί να προσφέρει στους μαθητές τόσες γνώσεις, όσες δεν μπορεί από μόνη της μία θεωρία, όσο καλά διατυπωμένη και αν είναι. [22]

Ένα πείραμα:

- 1)Κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών και τους κάνει να μην είναι πια παθητικοί δέκτες γνώσεων, αλλά να παρατηρούν συστηματικά.
- 2)Προκαλεί προβληματισμό και προάγει τη μάθηση.
- 3) Χρησιμοποιείται για την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών σε συγκεκριμένα θέματα.
- 4)Μπορεί να κλονίσει τις ήδη υπάρχουσες και βαθιά ριζωμένες αντιλήψεις τους για τα διάφορα φαινόμενα.
- 5)Βοηθά στον έλεγχο της ορθότητας των απόψεών τους για τα χημικά φαινόμενα.

Γενικότερα, η μάθηση μέσω πειραμάτων βοηθά τους μαθητές να μαθαίνουν εύκολα, γρήγορα, ουσιαστικά και με απλό τρόπο. Αυτό συμβαίνει, γιατί αυτός ο τρόπος δίνει τη δυνατότητα της αναπαράστασης, της ανακάλυψης και της ανάλυσης των φαινομένων, ανακαλύπτει κλίσεις και ταλέντα, αναπτύσσει το ενδιαφέρον και δημιουργεί περιέργεια, προωθεί ένα συστηματικό τρόπο εργασίας που στηρίζεται στην παρατήρηση, καλλιεργεί το ερευνητικό πνεύμα και δίνει χαρά στον ερευνητή και ενισχύει τη διαδικασία αξιολόγησης του μαθητή. Τα πειράματα μπορούν να γίνονται ως επίδειξη από τον καθηγητή προς τα παιδιά ή να διεξάγονται από τα ίδια τα παιδιά σε ομάδες στο εργαστήριο.[22]

Για όλους τους παραπάνω λόγους, στο πειραματικό μέρος αυτής της εργασίας, κάποιες συναντήσεις του καθηγητή με τα παιδιά περιλαμβάνουν πειραματικές δραστηριότητες, που τα βοηθούν στην ουσιαστική κατανόηση των χημικών φαινομένων.

Οι στόχοι των εργαστηριακών δραστηριοτήτων μπορούν να ταξινομηθούν στον γνωστικό τον συναισθηματικό και τον ψυχοκινητικό τομέα. Ο γνωστικός τομέας αφορά στις γνωστικές δεξιότητες όπως η ανάκληση, η εφαρμογή, η αξιολόγηση των επιστημονικών πληροφοριών, η επινόηση, η διερεύνηση για αναζήτηση λύσεων. Ο

συναισθηματικός τομέας περιλαμβάνει αξίες και θεωρήσεις και ενδιαφέρον σχετικά με την επιστημονική γνώση, καθώς και τη στάση των μαθητών απέναντι σε ηθικές κρίσεις και διαπροσωπικές σχέσεις. Τέλος, οι ψυχοκινητικοί στόχοι σχετίζονται με δεξιότητες χειρισμού υλικών, συσκευών και δυνατότητας εφαρμογής οδηγιών και πραγματοποίησης παρατηρήσεων. [22]

Έτσι οι πειραματικές δραστηριότητες προσφέρουν ευκαιρίες για τη χρήση νέων τεχνολογιών που υποστηρίζουν τη μάθηση. Επίσης, τα πειράματα έχουν το πλεονέκτημα ότι επιτρέπουν στους μαθητές να εργάζονται απευθείας με τα υλικά και τα φαινόμενα του φυσικού τους περιβάλλοντος, αλλά βέβαια και οι προσομοιώσεις πειραμάτων μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να διεξάγονται πειράματα που δεν είναι δυνατά με πραγματικά υλικά. Γενικότερα, οι πειραματικές δραστηριότητες εντός και εκτός εργαστηρίου με ασκήσεις πεδίου που προτείνονται στην παρούσα εργασία, διευρύνουν τους γνωστικούς, συναισθηματικούς και ψυχοκινητικούς τομείς του εκπαιδευόμενου.[23]

5. ΟΜΑΔΟΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ [24]

Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία είναι μία παιδαγωγική και διδακτική διαδικασία, η οποία στοχεύει στην ομαδοσυνεργατική μάθηση, δηλαδή στη διαδικασία ομαδικής μάθησης, κατά την οποία πραγματοποιούνται μαθησιακές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών. Είναι μία εναλλακτική μέθοδος διδασκαλίας, που συμπληρώνει τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις, αλλά δεν τις αντικαθιστά.

Μέχρι και τον 18^ο αιώνα η σχολική εκπαίδευση ήταν αποκλειστικά δασκαλοκεντρική. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, ο δάσκαλος μεταδίδει τις γνώσεις και λειτουργεί ως αυθεντία επικύρωσης της γνώσης, με συνέπεια οι μαθητές να οδηγούνται σε παθητική απραξία. Από τότε, σε αρκετές χώρες, ανάμεσά τους η Μεγάλη Βρετανία, οι ΗΠΑ, η Γερμανία, η Γαλλία, η Αυστρία, η Σοβιετική Ένωση και η Ελλάδα, πραγματοποιήθηκαν σημαντικές μεταρρυθμίσεις, οι οποίες έδωσαν έμφαση στην κοινωνική αγωγή που πρέπει να λαμβάνουν οι μαθητές από το σχολείο, στην ανάγκη ικανοποίησης των ιδιαίτερων αναγκών, κλίσεων και ενδιαφερόντων των μαθητών και στην ανάπτυξη των μεταγνωστικών ικανοτήτων τους.

Έτσι, άρχισαν να έρχονται στην επιφάνεια παιδαγωγικές αρχές και αιτήματα για τη δημιουργία συνθηκών διδασκαλίας και μάθησης, όπου θα συμμετέχουν πιο ενεργά οι μαθητές, ώστε να επιτυγχάνεται ευκολότερα η ολόπλευρη γνωστική, κοινωνική και προσωπική τους ανάπτυξη, σε ένα περιβάλλον πιο αποκεντρωμένο, αυθεντικό, κοινωνικά πλαισιωμένο, αλληλεπιδραστικό και ανοιχτό, που ευνοεί την αυτόνομη, διερευνητική και συνεργατική μάθηση στο σχολείο και έξω από αυτό. Από τότε λοιπόν άρχισε να προβάλλεται η ανάγκη της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας ως η βασική διδακτική προσέγγιση στην προαγωγή και την οικοδόμηση της γνώσης, με τα μέλη της ομάδας να εργάζονται για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού, με τέτοιο τρόπο, ώστε μέσα από την συνεργασία να προωθείται και η ατομική μάθηση.

Η ομαδοσυνεργατική μέθοδος, ενώ αρχικά επινοήθηκε για την ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων στη σχολική ηλικία, αργότερα αποδείχτηκε ότι επιφέρει εξίσου σημαντικά αποτελέσματα και στον γνωστικό τομέα. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι

συνεργατικές δραστηριότητες οδηγούν σε γνώση, ως αποτέλεσμα της διάδρασης μεταξύ των γνώσεων όλων των συμμετοχόντων της ομάδας. Κατά τη διδασκαλία αυτή, η τάξη χωρίζεται σε ομάδες των 4-6 ατόμων, και με την καθοδήγηση και τον συντονισμό των εκπαιδευτικών, η κάθε ομάδα επεξεργάζεται ένα συγκεκριμένο θέμα. Σκοπός αυτής της διδακτικής στρατηγικής είναι η ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, στάσεων και αξιών, που είναι απαραίτητα στοιχεία ενός ενεργού πολίτη.

Οι μαθητές, μέσα από τη συνεργασία και την αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές τους και με τους εκπαιδευτικούς, αναπτύσσονται γνωστικά και συναισθηματικά και μαθαίνουν να λειτουργούν σε πλαίσιο αμοιβαίας συνεργασίας. Οι σημαντικότερες προϋποθέσεις που καθιστούν επιτυχή την ομαδοσυνεργατική διδασκαλία είναι οι εξής:

1) Αίσθημα θετικής αλληλεξάρτησης, αλληλεπίδρασης και συνοχής μεταξύ των μελών της ομάδας. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα μέλη της ομάδας πρέπει να έχουν πνεύμα ομαδικότητας, να θέτουν κοινούς στόχους και να ενδιαφέρονται για το έργο που επιτελείται. Για να υπάρχουν όλα αυτά τα στοιχεία, θα πρέπει να γίνει καταμερισμός εργασίας αποδεχτός από όλους και να υπάρχει άμεση προσωπική επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας και αναγνώριση της συμβολής του καθενός στην εργασία. Το τελευταίο έχει άμεση σχέση με την επιτυχία της συλλογικής προσπάθειας. Θα πρέπει δηλαδή να υπάρχει αίσθημα ατομικής ευθύνης για την πρόοδο της ομάδας συνολικά, αλλά και συλλογική ευθύνη της ομάδας για την πρόοδο κάθε μέλους ξεχωριστά.

2) Πλουραλισμός στη σύνθεση της ομάδας. Αυτό σημαίνει ότι η κάθε μία ομάδα των τεσσάρων ή των έξι ατόμων πρέπει να αποτελείται από μαθητές με διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς το φύλο, την κοινωνική συμπεριφορά και κουλτούρα και το στιλ μάθησης. Γενικά δηλαδή πρέπει να υπάρχει ανομοιογένεια μέσα στην ομάδα ως προς τη σχολική επίδοση και το βαθμό κοινωνικοποίησης των μαθητών μέσα στην τάξη.

3) Στιλ διδακτικής συμπεριφοράς του καθηγητή και οι διαπροσωπικές σχέσεις με τους μαθητές. Οι σχέσεις μεταξύ των μαθητών και του εκπαιδευτικού παίζουν σημαντικό ρόλο στο αποτέλεσμα της μαθησιακής διαδικασίας. Η διαχείριση των συναισθημάτων των μαθητών συνιστά την πιο σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχία τους σε οποιαδήποτε μέθοδο διδασκαλίας. Η συνεχής εξάσκηση σε δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας και συλλογικής εργασίας, όπως η αυτοπειθαρχία, η συνεκτικότητα, η ευγένεια, η υπευθυνότητα, η ανεκτικότητα στις διαφορές, η συνεργασία, η συλλογικότητα, η ελευθερία στην έκφραση, η ενσυναίσθηση και η αλληλεγγύη ως προς την ομάδα απαιτούν αρκετή προσπάθεια από τη μεριά του καθηγητή για να τις αναπτύσσει και να τις καλλιεργεί στα παιδιά. Ο στόχος της προώθησης των κοινωνικών δεξιοτήτων των μαθητών είναι οι σχέσεις των μελών της ομάδας να χαρακτηρίζονται από:

A) αμοιβαία υποστήριξη και βοήθεια

B) ανταλλαγή πληροφοριακού υλικού και αποτελεσματική επεξεργασία

Γ) ανατροφοδότηση των μελών ως προς το αντικείμενο και τις ευθύνες που έχουν ανατεθεί

Δ) κριτική θεώρηση των συμπερασμάτων που να οδηγεί σε αποτελεσματική λήψη αποφάσεων και μεγαλύτερη δισεπιστευτικότητα στη θεματολογική δραστηριότητα

E) αμοιβαία απαίτηση και προσπάθεια για την επίτευξη του κοινού στόχου

Στ) ενεργοποίηση σχέσεων εμπιστοσύνης

Ζ) μεγαλύτερη αποδοχή των απόψεων των άλλων μελών της ομάδας σε σχέση με άλλες μη συνεργατικές μεθόδους διδασκαλίας.

4) Αξιολόγηση. Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχή έκβαση της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας είναι η αξιολόγηση, κυρίως μέσα από διαδικασίες ατομικής αυτοαξιολόγησης, με στόχο την αυτοβελτίωση. Η αυτοαξιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τα διαφορετικά επίπεδα και την ποιότητα της συμβολής των μεμονωμένων μελών της ομάδας και να λειτουργεί ανατροφοδοτικά για τον κάθε μαθητή, σε σχέση με τις στάσεις, τις ικανότητες, τις συμπεριφορές και τους τρόπους εργασίας, ώστε να τον οδηγήσει σε μεγαλύτερη συμβολή του στο έργο της ομάδας. Η αυτοαξιολόγηση των μελών της ομάδας αφορά τόσο την κοινή πορεία της ομάδας όσο και τις διαπροσωπικές σχέσεις και το επίπεδο επικοινωνίας που ανέπτυξαν. Αυτό σημαίνει ότι η ομάδα αξιολογείται με βάση την κοινή προσπάθεια που καταβάλλει, το έργο που θα παρουσιάσει από κοινού, καθώς και τις προσδοκώμενες μορφές συμπεριφοράς όλης της ομάδας.

Τα πλεονεκτήματα της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας είναι τα εξής:

- 1) Οι σχέσεις μεταξύ των μαθητών της τάξης είναι ισότιμες και σύμμετρες.
- 2) Αλληλεγγύη και αποδοχή των μαθητών που είναι λιγότερο δημοφιλείς στην τάξη.
- 3) Μειώνεται το άγχος για το σχολείο και ο φόβος της αποτυχίας.
- 4) Ενισχύεται η αυτοεκτίμηση και η αυτοαντίληψη των μαθητών, καθώς και η θετική στάση τους προς το σχολείο, μειώνονται τα κρούσματα της απειθαρχίας και δημιουργείται κατάλληλο σχολικό κλίμα
- 5) Επιτυγχάνεται ποιοτικότερη μαθησιακή διαδικασία και καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα με την ενεργητική συμμετοχή και εμπλοκή των μαθητών, της αυτονομίας, της αυτενέργειας, της εξατομίκευσης και αλληλεπίδρασης όλων των μαθητών κατά τη διάρκεια του μαθήματος.
- 6) Διευκολύνεται το έργο του εκπαιδευτικού, με τη δυνατότητα συμμετοχής που δίνει στους μαθητές.
- 7) Συμβάλλει στην κοινωνικοποίηση και στη δημοκρατική αγωγή και ήθος του μαθητή, στην εδραίωση του δημοκρατικού πνεύματος, της κοινωνικής συνευθύνης και της αίσθησης του δικαίου στη συνείδηση των μαθητών.
- 8) Αναπτύσσει την ικανότητα επικοινωνίας των μαθητών, την αμοιβαιότητα και τη μεταξύ τους συνεργασία και συμβάλλει στην ταχύτερη προσωπική ανάπτυξη, καθώς καλλιεργείται η κριτική σκέψη, το συναισθηματικό κλίμα και οι ανώτερες πνευματικές δεξιότητες.
- 9) Επιφέρει σύσφιξη των κοινωνικών σχέσεων και ανάπτυξη αμοιβαίας εμπιστοσύνης με την από κοινού αντιμετώπιση των προβλημάτων, αμβλύνει τις αδυναμίες των μαθητών και επιδρά ουσιαστικά στην ποιότητα των γνώσεων που αποκτούνται.
- 10) Μέσα από τις διαπροσωπικές σχέσεις που αναπτύσσονται μέσα στην ομάδα παρέχεται δυνατότητα για συζήτηση, διαφωνία, αντιπαράθεση, λήψη αποφάσεων, προάγοντας έτσι την ανάπτυξη του μαθητικού λόγου και την υλοποίηση κοινών στόχων και σκοπών.

11) Συντελεί στην αποδοχή της ιδιαιτερότητας και της διαφορετικότητας του κάθε μέλους της ομάδας κατά τη συνεργασία για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού, καθώς και στη βελτίωση των μεταξύ τους στάσεων και συμπεριφορών.

12) Βοηθά το σχολικό και τον κοινωνικό γραμματισμό, την ηθική ανάπτυξη και γενικά προωθεί μία νέα φιλοσοφία κοινωνικής οργάνωσης για το μέλλον.

13) Συντελεί στην καλύτερη κατανόηση της μαθησιακής διαδικασίας, γιατί η δημοσιοποίηση της γνώσης από το κάθε μέλος το βοηθά να αποκτά καλύτερη αντίληψη του αντικειμένου.

14) Συμβάλλει στη διαθεματική προσέγγιση της γνώσης και προωθεί την ανακαλυπτική βιωματική και διερευνητική μάθηση.

15) Καλλιεργεί πολλαπλές εναλλακτικές προσεγγίσεις για την επίλυση ενός προβλήματος, καθώς υπάρχει ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των μελών της ομάδας, επινόηση και χρήση επιχειρημάτων, ανάπτυξη της από κοινού αναπαράστασης του προβλήματος, δυνατότητα διαφορετικής ερμηνείας των δεδομένων του προβλήματος, ποικιλία των στρατηγικών αντιμετώπισης που προτείνονται από κάθε μέλος της ομάδας.

Τα μειονεκτήματα της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας είναι τα εξής:

1) Προβλήματα επικοινωνίας που μπορεί να προκύψουν, όπως ο τρόπος διαλογικής συζήτησης, η υποβολή των ερωτήσεων από τα μέλη της ομάδας και οι απαντήσεις που προκύπτουν, η συναισθηματική στήριξη των μελών της ομάδας, η αξιοποίηση του διαθέσιμου δυναμικού, η διαδικασία ολοκλήρωσης των εργασιών.

2) Η μαθησιακή ανομοιογένεια, η ανομοιογένεια μίας ομάδας και οι διαφορές στις προσωπικότητες των μαθητών έχουν ως συνέπεια την άνιση συμμετοχή των μελών.

3) Είναι αρκετά χρονοβόρα διδασκαλία και επίσης πριν την εφαρμογή της, θα πρέπει μέσα στην τάξη ο καθηγητής να έχει καλλιεργήσει στους μαθητές το αίσθημα αμοιβαίου σεβασμού και αμοιβαίας κατανόησης.

4) Η απόκτηση γνωστικών και νοητικών δεξιοτήτων απαιτεί πολύ χρόνο και δεν ενδείκνυται για μαθήματα που απαιτούν ατομικές διεργασίες.

5) Η αξιολόγηση των μαθητών απαιτεί κατάλληλα κριτήρια και σαφή προσδιορισμό των ορίων μεταξύ της ομαδικής και της ατομικής συνεισφοράς της επίδοσης στο έργο

6) Κάποιες πρακτικές δυσκολίες, όπως η έλλειψη χώρου, η αδυναμία σύνδεσης στο διαδίκτυο, η έλλειψη διδακτικού υλικού και η απουσία βιβλιοθήκης.

7) Τα μη ανοιχτά αναλυτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, κατά τα οποία ο μόνος τρόπος αξιολόγησης είναι οι γραπτές εξετάσεις. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πολύ ανταγωνιστικές σχέσεις μεταξύ των μαθητών και διατάραξη του ψυχολογικού κλίματος μεταξύ μαθητών και καθηγητή.

6.ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ [25]

Καταρχήν το φύλλο εργασίας είναι η αναλυτική, καλά δομημένη και στοχοθετημένη καταγραφή των δραστηριοτήτων και ερωτήσεων, που θα διεξαχθούν και θα απαντηθούν αντίστοιχα από τους μαθητές στο πλαίσιο της διδακτικής διαδικασίας. Τα φύλλα εργασίας συμβάλλουν πρώτον στη δραστηριοποίηση των περισσότερων ή και όλων των μαθητών. Δεύτερον, κεντρίζουν το ενδιαφέρον των μαθητών, οι οποίοι έτσι δεν είναι

παθητικοί δέκτες γνώσεων. Τρίτον, τους βοηθούν να νιώθουν τη χαρά της ανακάλυψης της γνώσης και να αυξάνουν το βαθμό αυτοεκτίμησής τους. Επιπλέον, μεγαλώνει ο βαθμός αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας και έτσι ο ίδιος ο καθηγητής αισθάνεται ικανοποιημένος από την παιδαγωγική επιτυχία.

Η αποτελεσματικότητα ενός φύλλου εργασίας για μία διδακτική ενότητα, προϋποθέτει καταρχήν άρτια προετοιμασία του εκπαιδευτικού για τη συγκεκριμένη ενότητα. Δεύτερον, το φύλλο εργασίας θα πρέπει να έχει μία καλή αισθητική προς τους μαθητές και τρίτον η αποτελεσματικότητά του βασίζεται στην παιδαγωγική επάρκεια του καθηγητή.

Η άρτια προετοιμασία του εκπαιδευτικού σημαίνει ότι ο ίδιος πρέπει να έχει εντοπίσει τις προαπαιτούμενες γνώσεις, τις πυρηνικές γνώσεις και τις μετασχηματικές γνώσεις της ενότητας που θα διδάξει και να γνωρίζει ποιο είναι το πιο κατάλληλο επιπρόσθετο βοηθητικό υλικό. Οι προαπαιτούμενες γνώσεις είναι εκείνες που θα πρέπει να έχουν ήδη οι μαθητές για τη συγκεκριμένη ενότητα πριν την εισαγωγή των νέων γνώσεων. Οι πυρηνικές γνώσεις είναι οι έννοιες, οι πληροφορίες, οι δεξιότητες, οι στρατηγικές, οι τρόποι σκέψης και οι στάσεις ζωής που θεωρούνται σημαντικές στο συγκεκριμένο μάθημα. Τέλος, οι μετασχηματιστικές γνώσεις είναι εκείνες που απαιτούν διεισδυτικότερη κριτική σκέψη και πρακτική εφαρμογή.

Όσον αφορά στην καλή αισθητική του φύλλου εργασίας, εξαρτάται από την δημιουργική ικανότητα του εκπαιδευτικού. Γενικότερα, για να έχει καλή εμφάνιση ένα φύλλο εργασίας, θα πρέπει καταρχήν να έχει κενό χώρο για το ονοματεπώνυμο του μαθητή, τον τίτλο του μαθήματος και την ημερομηνία. Επίσης, θα πρέπει να έχει ευανάγνωστα γράμματα και αρκετές εικόνες σχετικές με το περιεχόμενο των κεφαλαίων. Επιπλέον, τα διακοσμητικά στοιχεία μεταξύ των ερωτήσεων δίνουν ένα καλαίσθητο φύλλο εργασίας. Επίσης, καλό είναι να υπάρχει ικανοποιητικό περιμετρικό περιθώριο και χώρος μεταξύ ερωτήσεων ώστε να «αναπνέει» το φύλλο εργασίας, ικανοποιητικός διαθέσιμος χώρος για τις απαντήσεις, και κάποια τόξα ή πλαίσια και σχήματα, για να εντοπιστούν, να τονιστούν ή να συσχετιστούν μεταξύ τους κάποια κύρια σημεία του μαθήματος. Τέλος, οι πρωτότυπες και οι εύστοχες ερωτήσεις κεντρίζουν το ενδιαφέρον των μαθητών. Έτσι, ο εκπαιδευτικός, αντί να δώσει στους μαθητές ένα τυπικό και μονότονο φύλλο εργασίας, τους δίνει ένα με παιδαγωγικό ενδιαφέρον και που είναι ελκυστικό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να γίνει μία ωραία και χαρούμενη αναζήτηση της νέας γνώσης και όχι μία ανιαρή παρακολούθηση ή δραστηριοποίηση.

Όσον αφορά στην παιδαγωγική επάρκεια του εκπαιδευτικού, είναι και αυτή απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα ενός φύλλου εργασίας, ώστε να καλύψει όλους τους στόχους που είχε θέσει. Επίσης, βοηθά στη συμμετοχή όλων των μαθητών στις δραστηριότητες, ανάλογα με το διαφορετικό βαθμό ετοιμότητας του καθενός και το διαφορετικό στυλ ή ρυθμό μάθησης. Τέλος, τον βοηθά στη δημιουργία του αναγκαίου παιδαγωγικού κλίματος ώστε να εφαρμοστεί αποδοτικά το φύλλο εργασίας.

Όσον αφορά στη δομή του φύλλου εργασίας, αυτή εξαρτάται πρώτον από τη μέθοδο διδασκαλίας, δηλαδή αν είναι δασκαλοκεντρική ή παιδοκεντρική. Δεύτερον εξαρτάται

από τους στόχους που έχουν τεθεί με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα. Τρίτον, η δομή εξαρτάται από την ηλικία, τα ενδιαφέροντα, το μαθησιακό επίπεδο και τις ιδιαιτερότητες των μαθητών. Τέλος, η δομή του φύλλου εργασίας εξαρτάται από την υλικοτεχνική υποδομή του σχολείου.

Όσον αφορά στη μέθοδο διδασκαλίας, οι δραστηριότητες είναι διαφορετικές στην δασκαλοκεντρική διδασκαλία σε σχέση με την παιδοκεντρική. Στη δασκαλοκεντρική μέθοδο το φύλλο εργασίας δίνεται προς το τέλος του μαθήματος και περιλαμβάνει ασκήσεις εμπέδωσης του μαθήματος που ήδη παραδόθηκε από τον εκπαιδευτικό. Έτσι, διαπιστώνεται εάν ο μαθητής έμαθε όσα του δίδαξε ο εκπαιδευτικός.

Από την άλλη μεριά, στην παιδοκεντρική μέθοδο, το φύλλο εργασίας είναι ο χάρτης πορείας των μαθητών, με τη βοήθεια του οποίου ανακαλύπτουν μόνοι τους τη γνώση, ενώ ο εκπαιδευτικός έχει διακριτική παρουσία. Έτσι, ο μαθητής φτάνει στη γνώση, συνεργαζόμενος με τους συμμαθητές του αλλά και μόνος του, χρησιμοποιώντας συνθετικά και κριτικά τις πηγές που του έχουν δοθεί.

Οι δραστηριότητες του φύλλου εργασίας πρέπει να έχουν σχέση με τους στόχους που έχουν τεθεί. Για το λόγο αυτό, καλό είναι να κάνουν τους μαθητές να θυμηθούν τις προαπαιτούμενες γνώσεις, στη συνέχεια να οδηγηθούν στις πυρηνικές γνώσεις και στο τέλος να ασκηθούν στις μετασχηματιστικές γνώσεις. Για τους μαθητές είναι πιο εύκολο όταν η σειρά των ερωτήσεων ακολουθεί τη σειρά και τη δομή του υλικού ή του εγχειριδίου που χρησιμοποιούν. Οι δραστηριότητες και οι ερωτήσεις καλό είναι να έχουν διαφορετικό δείκτη δυσκολίας. Υπάρχουν εύκολες ερωτήσεις, που μπορούν να δραστηριοποιήσουν τους πολύ αδύναμους μαθητές, αλλά και δυσκολότερες, ώστε οι καλοί μαθητές να δείξουν ενδιαφέρον. Επιδιωκόμενος στόχος δεν είναι μόνο ο μαθητής να μάθει τη γνώση, αλλά κυρίως τον τρόπο να μαθαίνει.

Το φύλλο εργασίας δίνεται στην αρχή του μαθήματος σε όλους τους μαθητές και καλούνται να το λύσουν, στην αρχή εξατομικευμένα και μετά συνεργαζόμενοι με το διπλανό τους ή/και με τα παιδιά του άλλου θρανίου. Ο εκπαιδευτικός, σε κάποιο χρονικό σημείο που θα καθορίσει ο ίδιος, αναλαμβάνει τον έλεγχο της τάξης και καλεί τα παιδιά να απαντήσουν δημοσίως για να ελέγξουν την ορθότητα των πρώτων ερωτήσεων. Σε όλη αυτή τη διαδικασία οι μαθητές έχουν τον πρωταγωνιστικό ρόλο, ενώ ο εκπαιδευτικός έχει συντονιστικό ρόλο. Στη συνέχεια, οι μαθητές συνεχίζουν με τις υπόλοιπες δραστηριότητες του φύλλου εργασίας μέχρι την ολοκλήρωσή του.

Επίσης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να οργανώσει τους μαθητές σε μικρές ομάδες αλλά και πάλι θα πρέπει να δώσει κάποιο χρόνο για εξατομικευμένη εργασία. Την ώρα που τα παιδιά εργάζονται, ο εκπαιδευτικός δεν παρακολουθεί τη διαδικασία αμέτοχος αλλά περνά από ομάδα σε ομάδα, από θρανίο σε θρανίο, βλέπει τη μέχρι εκείνη τη στιγμή πρόοδο και όπου διαπιστώνει κάποια δυσκολία δίνει την απαραίτητη βοήθεια ή την αναγκαία παρότρυνση. Εννοείται ότι δεν δίνει ο ίδιος τις απαντήσεις αλλά βοηθά τα παιδιά να τις βρουν μόνοι τους. Το φύλλο εργασίας δεν είναι διαγώνισμα, ούτε φύλλο αξιολόγησης, αλλά ούτε και μέθοδος εμπέδωσης γνώσεων. Είναι διαδικασία ανακάλυψης της γνώσης από τα ίδια τα παιδιά.

7. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Η αξιολόγηση των μαθητών περιέχει δύο στάδια. Το πρώτο είναι αυτό πριν από την διαδικασία της μάθησης και εκείνο μετά από το τέλος της μαθησιακής διεργασίας. Σε κάθε μέθοδο αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών πρέπει να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα μέσα και υλικά αξιολόγησης, όπως οι δοκιμασίες-τεστ επίδοσης, τα κατάλληλα είδη ερωτήσεων, καθώς και ο τρόπος υποβολής των ερωτήσεων. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται φύλλα αξιολόγησης, ως τεστ-δοκιμασίες για την αξιολόγηση των μαθητών. Στην αρχή υπάρχει ένα διαγνωστικό ερωτηματολόγιο, το οποίο φανερώνει τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών, όπως θα περιγράψουμε παρακάτω. Επίσης, φύλλα αξιολόγησης υπάρχουν καθόλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας και υπάρχει και ένα τελικό φύλλο αξιολόγησης, που θα συμπληρωθεί στο τέλος της.[23]

Για να είναι αποτελεσματικές οι ερωτήσεις της δοκιμασίας-επίδοσης ως προς την επίτευξη των στόχων τους, θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικές, αντικειμενικές και έγκυρες. Η αξία κάθε μίας ερώτησης, καθώς το είδος και ο τύπος της, πρέπει να συνδέονται άμεσα με τον στόχο που επιδιώκεται.[23] Στην παρούσα εργασία, αρχικά δόθηκαν στους μαθητές δύο διαγνωστικά ερωτηματολόγια, για την ανακάλυψη της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, χρησιμοποιήθηκαν ως εργαλεία διδασκαλίας φύλλα εργασίας. Τα φύλλα αξιολόγησης ήταν τεστ-δοκιμασίες προς τους μαθητές, που είχαν ως στόχο τη μέτρηση της επίδοσης των μαθητών κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η ολοκληρωμένη εικόνα ενός μαθητή ως προς την επίδοσή του, προκύπτει από τη συμμετοχή του σε όλα τα στάδια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η τελική επίδοση του καθενός μαθητή αξιολογήθηκε με ένα συγκεντρωτικό φύλλο αξιολόγησης.[26]

8. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ [26]

Στα φύλλα εργασίας και αξιολόγησης της παρούσας εργασίας, περιλαμβάνονται ερωτήσεις κλειστού τύπου και ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Στις ερωτήσεις κλειστού τύπου ανήκουν εκείνες της συμπλήρωσης, τύπου Σωστό-Λάθος, σύζευξης και πολλαπλής επιλογής.

Οι ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού είναι εύκολες στην κατασκευή τους και μειώνουν την πιθανότητα τύχης στην εύρεση της απάντησής τους. Όσον αφορά στα μειονεκτήματά τους, πρώτον δεν είναι κατάλληλες για τη μέτρηση πολυπλοκότερων αποτελεσμάτων μάθησης και δεύτερον παρουσιάζουν δυσκολία στη βαθμολόγηση. Το δεύτερο ισχύει, γιατί αν δεν είναι καλά κατασκευασμένες, μπορούν να υπάρξουν διάφορες σωστές απαντήσεις που μοιάζουν με την ορθή. Επίσης, μπορεί να γραφτεί ή να τονισθεί λανθασμένα η απάντηση. Επομένως, ο καθηγητής θα πρέπει από την αρχή να αποφασίσει πώς θα βαθμολογήσει στην περίπτωση αυτή. Το σίγουρο είναι ότι οι ερωτήσεις πρέπει να είναι πλήρεις, σαφείς και συγκεκριμένες, να αποφεύγονται τα πολλά κενά στην πρόταση, το μήκος της γραμμής να είναι ανάλογο με το μέγεθος της λέξης που λείπει και τέλος, αν η ζητούμενη λέξη είναι αριθμός, πρέπει να προσδιοριστεί το είδος των μονάδων μέτρησης στις οποίες θα εκφραστεί.

Όσον αφορά στις ερωτήσεις Σωστού-Λάθους, θα πρέπει να αποφεύγονται οι μεγάλες προτάσεις και επιπλέον οι προτάσεις θα πρέπει να είναι σαφείς. Επίσης, καλό είναι να αποφεύγεται η αρνητική διατύπωση στην πρόταση. Γενικά αυτές οι ερωτήσεις είναι απλές στην κατασκευή τους και επιπλέον δίνουν τη δυνατότητα κατασκευής μεγάλου αριθμού ερωτήσεων από την εξεταζόμενη ενότητα. Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι η μέτρηση περιορίζεται στην περιοχή των απλών γνώσεων, με μοναδική εξαίρεση την περίπτωση αίτιο-αποτέλεσμα. Ένα δεύτερο μειονέκτημα είναι ότι εδώ υφίσταται ο παράγοντας «τύχη», αφού ο μαθητής έχει την πιθανότητα του 50% να πετύχει τη σωστή απάντηση. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει οι σωστές και οι λανθασμένες απαντήσεις να έχουν περίπου το ίδιο μήκος.

Όσον αφορά στις ερωτήσεις σύζευξης, υπάρχουν δύο στήλες αντικειμένων. Η αριστερή στήλη (ΣΤΗΛΗ Α) ονομάζεται σειρά προτάσεων και η δεξιά στήλη (ΣΤΗΛΗ Β) ονομάζεται σειρά απαντήσεων. Στα αριστερά του αύξαντος αριθμού της στήλης Α γράφεται μέσα σε παρένθεση το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή για κάθε ερώτηση απάντηση από τη στήλη Β. Μία ή περισσότερες απαντήσεις της στήλης Β μπορούν να χρησιμοποιηθούν μία ή δύο φορές ή και καθόλου. Το πρώτο πλεονέκτημα αυτών των ερωτήσεων είναι ότι ελέγχουν την ισχύ πολλών απαντήσεων με μία ερώτηση. Το δεύτερο πλεονέκτημα είναι ότι κατασκευάζονται εύκολα. Βασικό μειονέκτημα είναι ότι οι ερωτήσεις αυτές περιορίζονται σε μετρήσεις μάθησης πληροφοριών που βασίζονται σε απομνημόνευση και ένα άλλο η δυσκολία εύρεσης ομοιογενούς υλικού. Κάποιοι χρήσιμοι κανόνες για την κατασκευή τους είναι πρώτον να γίνεται χρήση ομοιογενούς υλικού, δεύτερον να χρησιμοποιηθεί άνισος αριθμός ερωτήσεων και απαντήσεων. Τρίτον, καλό είναι οι απαντήσεις της δεξιάς στήλης να είναι σύντομες, τέταρτον οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις να είναι γραμμένες στην ίδια σελίδα και τέλος, οι απαντήσεις στη στήλη Β να παρουσιάζουν μία λογική ακολουθία.

Όσον αφορά στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, αποτελούνται από μία πρόταση-ερώτημα και από μία σειρά προτεινόμενων λύσεων, που περιλαμβάνουν λέξεις, αριθμούς, σύμβολα ή φράσεις, που ονομάζονται εναλλακτικές λύσεις. Έτσι, ο μαθητής θα πρέπει να επιλέξει τη σωστή εναλλακτική λύση. Οι υπόλοιπες απαντήσεις ονομάζονται αποσπάσεις, γιατί ο σκοπός τους είναι να αποσπάσουν την προσοχή του μαθητή από τη σωστή απάντηση.

Το σπουδαιότερο πλεονέκτημα αυτών των ερωτήσεων είναι ότι αποτελούν το πιο κατάλληλο μέσο για τη μέτρηση διαφόρων και πολύπλοκων αποτελεσμάτων της μάθησης. Επιπλέον, η απάντηση που θα δώσει ο μαθητής είναι μόνο μία. Τρίτον, έχει μεγάλη πιστότητα, γιατί ο παράγοντας «τύχη» περιορίζεται στο ελάχιστο. Το πρώτο μειονέκτημα είναι ότι κρίνονται μεν για τη μέτρηση πολύπλοκων αποτελεσμάτων της μάθησης, αλλά από την άλλη πλευρά δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις φυσικές συνθήκες όπου ο μαθητής θα αντιμετωπίσει την πραγματικότητα και κατά συνέπεια να προσδιορίσει την ετοιμότητα αντιμετώπισής τους. Το δεύτερο μειονέκτημα είναι η δυσχέρεια που υπάρχει, ώστε να επιλεγούν οι κατάλληλες εναλλακτικές λύσεις.

Οι προτάσεις πρέπει να είναι πλήρεις και σαφείς και επιπλέον πρέπει να αποφεύγονται οι αρνήσεις στην ερώτηση, γιατί μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα. Επίσης, οι εναλλακτικές λύσεις και η πρόταση πρέπει να παρουσιάζουν συντακτική και

γραμματική ομοιομορφία. Επιπροσθέτως, στην ερώτηση πρέπει να αντιστοιχεί μόνο μία απάντηση και οι εναλλακτικές λύσεις να έχουν σχέση μεταξύ τους. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να προσέξει, ώστε οι σωστές απαντήσεις να είναι ισοκαταναμημένες στον αύξοντα αριθμό των εναλλακτικών λύσεων, δηλαδή η κάθε μία να έχει πιθανότητα 25% να είναι η ορθή. Τέλος, θα πρέπει να αποφεύγονται όσο είναι δυνατόν, λύσεις του τύπου «κανένα από τα παραπάνω» ή «όλα τα παραπάνω».

Στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου ανήκουν οι ερωτήσεις ανάπτυξης περιορισμένης απάντησης και οι ερωτήσεις ανάπτυξης εκτεταμένης απάντησης. Όσον αφορά στις ερωτήσεις περιορισμένης απάντησης, η έκταση της απάντησης προσδιορίζεται μικρή από περιορισμούς της ίδιας της ερώτησης. Όσον αφορά στις ερωτήσεις ανάπτυξης εκτεταμένης απάντησης, ο μαθητής μπορεί να εκφράσει ελεύθερα την άποψή του.

Γενικά, οι ερωτήσεις ανάπτυξης μετρούν πολύπλοκα αποτελέσματα της μάθησης, που δεν μπορούν να μετρηθούν με άλλο τρόπο. Επίσης, σε αυτές πραγματοποιείται εφαρμογή και συσχέτιση σκέψεων και δεξιοτήτων και τέλος είναι εύκολες στην κατασκευή τους. Το πρώτο μειονέκτημά τους είναι ότι η βαθμολογία είναι υποκειμενική και έτσι δεν υπάρχει πιστότητα, το δεύτερο είναι ότι χρειάζεται πολύς χρόνος για τη βαθμολόγησή τους και τρίτον, ελέγχεται περιορισμένο μέρος της ύλης. Οι ερωτήσεις ανάπτυξης πρέπει να είναι συγκεκριμένες, ώστε ο σκοπός να είναι σαφής. Επίσης, πρέπει να καθοριστεί ο χρόνος για την απάντηση σε κάθε μία ερώτηση και τέλος, πρέπει να αποφεύγεται η επιλογή ερωτήσεων, γιατί το να απαντούν οι μαθητές σε διαφορετικές ερωτήσεις, είναι σαν να εξετάζονται σε διαφορετικά κεφάλαια.

Πίνακας 2.1 Σύγκριση Ερωτήσεων Κλειστού και Ανοικτού Τύπου [23]

Κριτήριο	Ερωτήσεις Κλειστού Τύπου	Ερωτήσεις Ανοικτού Τύπου
<i>Ικανότητα μέτρησης γνωστικών δεξιοτήτων</i>	Κατάλληλες για μέτρηση γνωστικών δεξιοτήτων στα επίπεδα γνώσεων, κατανόησης, εφαρμογής και ανάλυσης. Ανεπαρκείς για σύνθεση και αξιολόγηση αποτελεσμάτων.	Ανεπαρκείς για το επίπεδο γνώσεων. Καλές για γνωστικές δεξιότητες κατανόησης εφαρμογής και ανάλυσης. Ο καλύτερος τύπος για σύνθεση και αξιολόγηση συμπερασμάτων.
<i>Δειγματοληψία περιεχομένου</i>	Η χρήση μεγάλου αριθμού ερωτήσεων επιτυγχάνει να καλύψει ευρεία ύλη η οποία καθιστά δυνατή αντιπροσωπευτική τη δειγματοληψία περιεχομένου	Η χρήση σχετικά μικρού αριθμού ερωτήσεων επιτυγχάνει μικρότερη κάλυψη στην ύλη, που καθιστά αδύνατη την αντιπροσωπευτική δειγματοληψία του περιεχομένου
<i>Προετοιμασία θεμάτων</i>	Δύσκολη και χρονοβόρα	Απλούστερη από αυτήν του αντικειμενικού τύπου
<i>Βαθμολόγηση</i>	Αντικειμενική, απλή και υψηλής αξιοπιστίας	Υποκειμενική, δύσκολη και μικρής αξιοπιστίας
<i>Παράγοντες που παραμορφώνουν τις επιδόσεις των μαθητών</i>	Η βαθμολογία των επιδόσεων υπόκειται στην παραμορφωτική επίδραση του βαθμού ικανότητας ανάγνωσης των μαθητών και στη	Η βαθμολογία των επιδόσεων υπόκειται στην παραμορφωτική επίδραση του βαθμού ικανότητας στη γραπτή απόδοση (έκφραση)

	τυχαία επιλογή απαντήσεων που ακολουθούν πολλοί μαθητές	των μαθητών καθώς και τις εκούσιες ασάφειες
<i>Πιθανές επιπτώσεις στη μάθηση</i>	Ενθαρρύνουν τους μαθητές να θυμούνται να ερμηνεύουν και να αναλύουν ιδέες άλλων	Ενθαρρύνουν τους μαθητές να οργανώνουν να ολοκληρώνουν και να εκφράζουν τις προσωπικές τους ιδέες

9.ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ [27]

Καταρχήν οποιαδήποτε δραστηριότητα διεξάγεται έξω από το χώρο του σχολείου, ανήκει στο πλαίσιο της εκπαίδευσης εκτός των τειχών (Outdoor Education). Η διδασκαλία στο πεδίο περιλαμβάνει επίσκεψη στο πεδίο (field trip), εργασία στο πεδίο (fieldwork) και μελέτη στο πεδίο (field study). Έτσι, η διδασκαλία γίνεται με τρόπο διαφορετικό από τον παραδοσιακό, καθώς χρησιμοποιούνται μέθοδοι βιωματικής και ενεργητικής μάθησης. Αυτές οι νέες μέθοδοι αναδείχθηκαν μέσα από τα παιδαγωγικά ρεύματα που αναπτύχθηκαν στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και συνεχίστηκαν μέχρι τον 20^ο αιώνα, ως κίνημα Νέας Αγωγής με διάφορες ορολογίες.

Έτσι, ο όρος «επίσκεψη στο πεδίο» (field trip) περιγράφει μία επίσκεψη, την οποία οργανώνει το σχολείο για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Κατά τη διάρκειά της, οι μαθητές μεταβαίνουν σε χώρους, όπου παρατηρούν και μελετούν απευθείας το αντικείμενο που τους ενδιαφέρει. Τέτοια παραδείγματα είναι η επίσκεψη σε μία βιομηχανία, σε έναν κήπο, σε ένα δάσος, σε ένα μουσείο. Ως συνώνυμα υπάρχουν οι όροι «διδασκτική επίσκεψη» (instructional trip), «σχολική εκδρομή» (school excursion) και «σχολικό ταξίδι» (school journey).

Όσον αφορά στον όρο «εργασία στο πεδίο» (fieldwork), είναι μία πιο τυπική επίσκεψη έξω από το χώρο του σχολείου, κατά την οποία οι εκπαιδευτικοί ακολουθούν τη λογική που έχουν οι μελέτες πεδίου (field study). Την ίδια λογική ακολουθεί η επιστήμη της βιολογίας, της γεωλογίας και της γεωγραφίας.

Συνήθως οι δραστηριότητες του πεδίου δεν είναι μεμονωμένες, αλλά εντάσσονται σε ευρύτερα προγράμματα, όπως σε ένα σχέδιο εργασίας (project), στην ανάλυση ενός προβλήματος (Problem Analysis, Problem Solving) και στην επισκόπηση πεδίου. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν τόσο με στρατηγικές ενεργητικής μάθησης στην τάξη, όσο και με πιο παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας. Μπορούν δηλαδή να συνδυάζονται με διαλέξεις, επιδείξεις υλικών, δραστηριότητες ενεργητικής μάθησης στην τάξη, ομαδικές εργασίες, εργαστηριακές ασκήσεις, δραστηριότητες προσομοίωσης και παιχνίδια ρόλων.

Οι μέθοδοι διδασκαλίας στο πεδίο βοηθούν ώστε να αξιοποιούνται οι τρεις πηγές γνώσης, που είναι το περιβάλλον (φυσικό, κοινωνικό, πολιτιστικό), οι άνθρωποι (απλοί πολίτες, ειδικοί επιστήμονες) και το έντυπο υλικό (βιβλία, περιοδικά, εφημερίδες). Ο χρόνος για τη διδασκαλία στο πεδίο μπορεί να είναι καταρχήν λίγες ώρες, ως συμπλήρωση των γνώσεων που αποκτήθηκαν στην τάξη. Επίσης, πολλές φορές λειτουργούν και αντίστροφα, δηλαδή ως αφορμή για τη διδασκαλία κάποιου θεωρητικού

κεφαλαίου στην τάξη. Δεύτερον, ο απαιτούμενος χρόνος μπορεί να είναι μερικές εβδομάδες ή μήνες ή ακόμα και χρόνια, ανάλογα με το προς μελέτη θέμα. Για παράδειγμα, μία λιμνοθάλασσα, χρειάζεται παρακολούθηση όλες τις εποχές του χρόνου για τη μελέτη των υδρολογικών χαρακτηριστικών της.

Ο πρώτος στόχος της διδασκαλίας στο πεδίο είναι η καλλιέργεια ήθους, δηλαδή η αναγνώριση της ανάγκης διατήρησης των κοινών αγαθών. Ο δεύτερος είναι η προετοιμασία των νέων ατόμων για τη συμμετοχή τους στη λήψη αποφάσεων. Ο τελευταίος στόχος είναι η διαμόρφωση συμπεριφορών, που θα έχουν θετική στάση απέναντι στην προστασία του περιβάλλοντος και την ποιότητα της ζωής.

Συνήθως οι δραστηριότητες στο πεδίο συμπληρώνουν τη διδασκαλία στην τάξη. Με τη μελέτη στο πεδίο οι μαθητές παρατηρούν, καταγράφουν και συλλέγουν αντικείμενα και επιπλέον αποκτούν άμεση γνώση του περιβάλλοντος.

Οι χώροι στους οποίους μπορεί να γίνει μελέτη στο πεδίο είναι το ίδιο το σχολείο, για παράδειγμα η αυλή του, άλλοι χώροι, όπως η τοπική κοινότητα, το πάρκο, η αγορά, τα κτίρια του δήμου, η αστυνομία, η πυροσβεστική, τα αστικά κέντρα, όπως ένα μουσείο, ένα κέντρο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αλλά και φυσικές περιοχές, όπως ένα δάσος, μία λίμνη, ένας ποταμός, μία παράκτια περιοχή, ένας υγρότοπος.

Γενικότερα, όσο πιο καλά είναι οργανωμένη μία μελέτη πεδίου, τόσο πιο αποτελεσματική είναι. Σε αυτό, παίζει σπουδαίο ρόλο η προετοιμασία του καθηγητή, ώστε οι μαθητές να έχουν ακριβείς οδηγίες για το τι πρόκειται να δουν ή τι πρόκειται να κάνουν. Επιπλέον, χρειάζεται πολύ καλή προετοιμασία της εξόδου από το σχολείο, δηλαδή τον τρόπο μετακίνησης, την έγκρισή της και την ενημέρωση των γονέων. Τέλος, μετά το πέρας της επίσκεψης πρέπει να γίνει καλή επεξεργασία των στοιχείων μέσα στην τάξη. Όλα αυτά πετυχαίνουν με τον καθορισμό στόχων για κάθε ένα από αυτά.

Γενικότερα, η εργασία στο πεδίο παρέχει εμπειρίες στους μαθητές, διεγείρει το ενδιαφέρον τους, δίνει νόημα στη μάθηση και στις σχέσεις, αναπτύσσει δεξιότητες παρατήρησης και συμβάλλει στην προσωπική και κοινωνική ανάπτυξη των μαθητών. Τα βασικά πλεονεκτήματα της μελέτης πεδίου είναι τα παρακάτω:

- 1) Προσφέρουν εμπειρίες μέσα από τον πραγματικό κόσμο.
- 2) Καλλιεργούνται θετικές στάσεις προς το αντικείμενο μελέτης και προς τη μάθηση.
- 3) Μεγαλώνει η κοινωνικοποίηση των μαθητών, η οποία βελτιώνει το κλίμα της τάξης και την επικοινωνία ανάμεσα στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς.
- 4) Δίνεται η δυνατότητα να εφαρμοστούν και άλλες μαθησιακές στρατηγικές όπως είναι η συνεργατική μάθηση.

Κάποιοι αποτρεπτικοί παράγοντες της μελέτης στο πεδίο είναι οι εξής:

- 1) Δυσκολίες με τη μεταφορά των μαθητών και το κόστος μεταφοράς
- 2) Απαιτούνται δεξιότητες που πολλές φορές δεν διαθέτουν οι εκπαιδευτικοί, γιατί υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στη θεωρία και την πράξη και δεν υπάρχουν κίνητρα
- 3) Απαιτείται χρόνος για την προετοιμασία που δεν είναι αρκετός για το σχολικό χρόνο
- 4) Δεν υπάρχει στήριξη από τη διοίκηση για τα ταξίδια αυτά
- 5) Υπάρχει ανελαστικότητα στο αναλυτικό πρόγραμμα
- 6) Η συμπεριφορά των μαθητών και τα προβλήματα της ασφάλειάς τους εκτός του σχολείου

7) Έλλειψη κατάλληλων χώρων προσιτών στις σχολικές μονάδες για την επιθυμητή .

Τέλος, για να μπορέσουν οι καθηγητές να συνδέσουν τις επισκέψεις αυτές με την καλλιέργεια συνείδησης για την ασφάλεια, την προστασία και την υγεία τους, θα πρέπει καταρχήν να δίνουν τις κατάλληλες οδηγίες προς τους μαθητές, για παράδειγμα να φοράνε κλειστά παπούτσια και κατάλληλα ρούχα, να πηγαίνουν κατά ομάδες και να μην απομακρύνονται από την ομάδα τους, να μην πλησιάζουν την άκρη του ποταμού, να γνωρίζουν προσωπικά όλους τους μαθητές που συμμετέχουν σε αυτή την επίσκεψη. Δεύτερο, θα πρέπει οι καθηγητές να ενημερώνουν τους μαθητές για το χώρο επίσκεψης, για τις εργασίες που θα κάνουν εκεί, για τους πιθανούς κινδύνους. Τρίτον, να εκπαιδεύουν σταδιακά τους μαθητές για τα όργανα, τις μετρήσεις και τις καταγραφές, για να μην ξαφνιαστούν. Τέταρτον, η ανάπτυξη συνείδησης ασφάλειας είναι μία διαδικασία συνεχούς αξιολόγησης εφαρμογής δεξιοτήτων και γνώσεων σε νέες καταστάσεις και εξάσκησης της κρίσης τους, ώστε να προβλέπουν και να αποφεύγουν τους κινδύνους.

Η παρούσα εργασία στοχεύει στο να αποκτήσουν γνώσεις οι μαθητές σχετικά με τη χημεία των λιμνοθαλασσών, μέσω ενός σχεδίου εργασίας (project). Στο πλαίσιο αυτό, όπως αναλύεται και στα επόμενα κεφάλαια, πραγματοποιείται μία εκπαιδευτική εκδρομή στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου. Εκεί, οι μαθητές, υπό την επίβλεψη του καθηγητή, θα συλλέξουν υδατικά δείγματα και ιζήματα, τα οποία στη συνέχεια θα αναλύσουν στο σχολικό εργαστήριο. Κάποια πειράματα θα γίνουν και επιτόπου. Αυτή η εκδρομή είναι επίσκεψη στο πεδίο και έχει εκπαιδευτικό σκοπό.

10.ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ

Οι λιμνοθάλασσες είναι παράκτιες υδάτινες συλλογές σε όλες τις ηπείρους, συνήθως προσανατολισμένες παράλληλα με τη στεριά και επιπλέον χωρίζονται από τον ωκεανό μέσω μίας λωρίδας άμμου, ενώ μπορούν και επικοινωνούν μαζί του μέσω ενός ή περισσοτέρων καναλιών. Οι λιμνοθάλασσες είναι υδάτινα συστήματα που δημιουργήθηκαν από το υπερύψωμα του επιπέδου της θάλασσας κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου ή του Πλειστόκαινου και οι παράκτιες αμμώδεις λωρίδες δημιουργήθηκαν από θαλάσσιες διαδικασίες.

Οι λιμνοθάλασσες σχηματίζονται είτε στις εκβολές ποταμών είτε σε κοραλλιογενείς υφάλους. Απαραίτητη προϋπόθεση για το σχηματισμό τους είναι η απουσία υψηλού κυματισμού και ισχυρής παλίρροιας. Για τους λόγους αυτούς λιμνοθάλασσες σχηματίζονται συχνότερα σε κλειστές θάλασσες (Μεσόγειος, Βαλτική κ.λπ.) παρά στον ανοικτό ωκεανό.[39]

Όσον αφορά στο νερό τους, αυτό προέρχεται από τις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, από ποταμούς, από χείμαρρους και από τη θάλασσα. Οι λιμνοθάλασσες είναι αβαθή συστήματα, καθώς το βάθος της υδάτινης στήλης φτάνει μόνο μέχρι μερικά μέτρα, συνήθως από 1m έως 3m. Τέλος, τα κανάλια επικοινωνίας με τον ωκεανό κατά καιρούς μπορεί να κλείνουν, λόγω της απόθεσης ιζημάτων που οφείλεται στην κίνηση των κυμάτων και στην μεταφορά υλικού από την ακτή.[28]

Η παρούσα εργασία εστιάζει στη μελέτη της χημείας των λιμνοθαλασσών. Ωστόσο, οι λιμνοθάλασσες παρουσιάζουν ενδιαφέρον και ως προς τη φυσική, τη χημεία, τη γεωλογία και τη βιολογία. Αυτό ισχύει, καθώς τα χαρακτηριστικά τους επηρεάζονται από την παρουσία εκβολών ποταμών, από τους ανέμους, τις παλίρροιες, την ισορροπία μεταξύ υγροποίησης και εξάτμισης και την ισορροπία στη θερμότητα της επιφάνειας. Επιπροσθέτως, η ισορροπία μεταξύ νερού και αλατιού, η ποιότητα του νερού και ο ευτροφισμός εξαρτώνται από την κυκλοφορία της λιμνοθάλασσας, την διασπορά αλατιού και υλικού και την ανταλλαγή νερού μέσω των καναλιών.[28] Για όλους αυτούς τους λόγους οι λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται ως πολύ δυναμικά συστήματα. [29]

Καταρχήν, όσον αφορά στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, οι υδρολογικές συνθήκες και η αλατότητα του νερού μεταβάλλονται ταχύτατα, επομένως η τιμή της αλατότητας είναι διαφορετική σε κάθε μία λιμνοθάλασσα αλλά και στην ίδια την έκταση μίας λιμνοθάλασσας η αλατότητα δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη. Έτσι, το νερό μπορεί να είναι από γλυκό έως και υπεράλμυρο, ανάλογα με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες.[28] Οι τιμές της αλατότητας καθορίζουν με τη σειρά τους τις τιμές της θερμοκρασίας, οι οποίες παρουσιάζουν και αυτές διακυμάνσεις. Όσον αφορά στη γεωμορφολογία, υφίσταται και αυτή μεταβολές, αλλά πιο βραδείες. Βασικό γεωλογικό χαρακτηριστικό είναι ότι ο σχηματισμός των παράκτιων λωρίδων άμμου προϋποθέτει χαμηλή διαβρωτική ικανότητα της γειτονικής θάλασσας και απουσία ισχυρής παλίρροιας.[30]

Παγκοσμίως, οι λιμνοθάλασσες καλύπτουν περίπου το 10% των ακτογραμμών και αποτελούν θέσεις μεγάλης οικολογικής και οικονομικής αξίας. Η βιολογία τους έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς ο σταδιακός αποκλεισμός των νερών της λιμνοθάλασσας, από τα σημεία επικοινωνίας με την θάλασσα μέχρι τα πλέον απομακρυσμένα σημεία προς την ενδοχώρα, δημιουργεί μια μεγάλη ποικιλία ενδιατημάτων που φιλοξενούν μεγάλο αριθμό φυτικών και ζωικών ειδών. Οι λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται από πλούσιο βένθος και πλαγκτόν, παρουσία υδροχαρών φυτών στις όχθες τους, όπου βρίσκουν καταφύγιο και τροφή πολλά είδη ψαριών, αμφιβίων, ερπετών, εντόμων και μικρών θηλαστικών. Συνήθως εντάσσονται σε ευρύτερα δελταϊκά συστήματα και συνδυάζονται με παροδικές υδατοσυλλογές γλυκού νερού, καλαμιώνες, αλμυρά έλη κ.λπ. συγκροτώντας υγροτόπους με ιδιαίτερα πλούσια πανίδα και χλωρίδα.[39] Η βιολογική οργάνωση των λιμνοθαλασσών εξαρτάται από υδρολογικούς παράγοντες που ελέγχουν το βαθμό ανταλλαγής νερού και υλικού μεταξύ της ανοιχτής θάλασσας και των ζωνών της λιμνοθάλασσας.[30]

Τα ψάρια των λιμνοθαλασσών διακρίνονται σε μη μεταναστευτικά και σε μεταναστευτικά. Τα μη μεταναστευτικά περνούν όλη τους τη ζωή μέσα στη λιμνοθάλασσα, ενώ τα μεταναστευτικά την επισκέπτονται συνήθως για να γεννήσουν τα αυγά τους και στη συνέχεια επιστρέφουν στη θάλασσα.[30] Επιπλέον, στις λιμνοθάλασσες συναντώνται πολλά είδη υδρόβιων πουλιών που βρίσκουν χώρους για αναπαραγωγή, φώλιασμα, τροφή και ξεκούραση. Πολλά από αυτά τα είδη είναι μεταναστευτικά και προστατεύονται άμεσα ή έμμεσα από Διεθνείς Συμβάσεις, όπως του Ραμσάρ, της Βέρνης, του Ρίο και από Κοινοτικές Οδηγίες, όπως η οδηγία 79/409/ΕΟΚ

για τα άγρια πουλιά. Έτσι, είναι φανερό ότι οι λιμνοθάλασσες, εκτός από τοπικό ενδιαφέρον, παρουσιάζουν και διεθνές ενδιαφέρον.[29]

Όσον αφορά στον όρο «λιμνοθάλασσα», πολλές φορές υπάρχει η παρανόηση της ταύτισης με τον όρο «λίμνη» ή και με τη «θάλασσα». Στην πραγματικότητα όμως, οι λιμνοθάλασσες έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και από τις λίμνες και από τις θάλασσες. Οι λίμνες έχουν γλυκό νερό και σχηματίζονται μακριά από τις ακτές της θάλασσας, ως αποτέλεσμα τεκτονικών ή ηφαιστειακών δυνάμεων ή λόγω της δράσης των παγετώνων. Μία λιμνοθάλασσα μπορεί να μετατραπεί σε λίμνη γλυκού νερού, μόνο όταν για κάποιο λόγο διακοπεί η εισροή αλμυρού νερού από τη θάλασσα και υπάρχει ικανοποιητική εισροή γλυκού νερού από ρέουσες υδατοσυλλογές. [29]

Τέλος, είναι γνωστό ότι οι λιμνοθάλασσες επηρεάζονται συχνά τόσο από φυσικές όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η κατανόηση των φυσικών, των χημικών, των γεωλογικών και των οικολογικών δυναμικών είναι σημαντική για το σχεδιασμό και την εφαρμογή στρατηγικών διαχείρισης αυτών των υδάτινων συστημάτων. [28]

11.ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ [31]

Τα νερά των λιμνοθαλασσών, των ποταμών και των λιμνών ανήκουν στα επιφανειακά ύδατα και μαζί με τα υπόγεια νερά, συνιστούν τα φυσικά ύδατα του πλανήτη. Τα φυσικά νερά περιέχουν πολλές ουσίες, οι οποίες βρίσκονται διαλυμένες ή σε αιωρούμενη μορφή ή σε μορφή ιζημάτων. Αυτές όλες προέρχονται καταρχήν από το γήινο υπόβαθρο της περιοχής, από την ατμόσφαιρα, από τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς του νερού και δεύτερον από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που διεξάγονται στο εσωτερικό των λιμνοθαλασσών και στη γύρω περιοχή.

Η μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού της λιμνοθάλασσας αλλά και όλων των υδάτινων συστημάτων συμβάλλει σημαντικά στην εύρεση κατάλληλων τρόπων διαχείρισής τους. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά διακρίνονται σε φυσικοχημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά. Στα φυσικοχημικά ανήκουν η θερμοκρασία, η οξύτητα, η αλκαλικότητα, η αγωγιμότητα, η αλατότητα, η θολότητα, η οσμή, η γεύση, το χρώμα, οι στερεές ουσίες, διάφορα άλατα, η σκληρότητα του νερού, τα κατιόντα και τα ανιόντα, καθώς και τα άλατα τα ιχνοστοιχεία και τα βαρέα μέταλλα.

Όσον αφορά στο νερό των λιμνοθαλασσών, το πιο βασικό χημικό στοιχείο του είναι το οξυγόνο (O). Επίσης, ο άνθρακας (C) είναι πολύ βασικό και μάλιστα, από τις ενώσεις του, οι επικρατέστερες ανόργανες είναι τα όξινα ανθρακικά ιόντα(HCO_3^-) και τα ανθρακικά ιόντα(CO_3^{2-}). Εξίσου σημαντικά συστατικά του νερού είναι το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), το νάτριο (Na), το κάλιο (K), τα θειικά ιόντα (SO_4^{2-}), τα χλωριούχα ιόντα (Cl^-), τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) και τα πυριτικά ιόντα (SiO_4^{4-}). Τέλος, τα αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+), τα νιτρώδη ιόντα(NO_2^-), τα φωσφορικά ιόντα(PO_4^{3-}), σίδηρος (Fe), μαγγάνιο (Mn) και φθόριο (F) υπάρχουν σε μικρότερες συγκεντρώσεις και έχουν μεγάλη σημασία για τη διατήρηση της βιολογίας του νερού.

Τα βασικά θρεπτικά συστατικά των φυτικών οργανισμών των υδάτινων οικοσυστημάτων, άρα και των λιμνοθαλασσών, είναι οι ενώσεις του αζώτου(N), του φωσφόρου(P) και του πυριτίου(Si) και συγκεκριμένα τα αμμωνιακά (NH_4^+) ιόντα, τα

νιτρώδη (NO_2^-) ιόντα, τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-), τα φωσφορικά ιόντα (PO_4^{3-}), τα κατιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}), μαγνησίου (Mg^{2+}), καλίου (K^+), τα ανιόντα θείου (SO_4^{2-}). Αυτά τα συστατικά θα πρέπει να βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, γιατί όταν υπάρχουν σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μπορούν να προκαλέσουν το περιβαλλοντικό πρόβλημα του φαινομένου του ευτροφισμού.

Τα μικροθρεπτικά στοιχεία των φυσικών νερών είναι τα κατιόντα κάποιων μετάλλων και συγκεκριμένα του σιδήρου (Fe^{2+}), του μαγγανίου (Mn^{2+}), του χαλκού (Cu^{2+}), του ψευδαργύρου (Zn^{2+}) και του κοβαλτίου (Co^{2+}). Η ονομασία τους οφείλεται στο γεγονός ότι είναι απαραίτητα για τους οργανισμούς όταν βρίσκονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Εξαίρεση αποτελεί μόνο ο σίδηρος, ο οποίος είναι απαραίτητος για τους οργανισμούς σε υψηλή συγκέντρωση.

Στα βιοχημικά χαρακτηριστικά του νερού ανήκουν το διαλυμένο οξυγόνο (D.O.) και η οργανική ύλη. Στην οργανική ύλη ανήκουν οι ουσίες που προσδιορίζονται με το βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (B.O.D.), το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (C.O.D) και τον ολικό οργανικό άνθρακα (TOC). Τέλος, στα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του νερού ανήκουν οι μικροοργανισμοί, δηλαδή τα βακτήρια, οι ιοί, οι μύκητες, τα φύκια (άλγη), τα πρωτόζωα, οι έλμινθες (σκουλήκια) και τα μαλακόστρακα.

Το διαλυμένο οξυγόνο είναι το, δηλαδή το οξυγόνο των υδάτινων συστημάτων, στην πραγματικότητα είναι το μοριακό οξυγόνο της ατμόσφαιρας (O_2) που βρίσκεται διαλυμένο μέσα στο νερό. Αυτό συμβαίνει, γιατί το νερό έχει την ικανότητα να διαλύει ατμοσφαιρικά αέρια όπως άζωτο (N_2), οξυγόνο (O_2), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και αδρανή αέρια. Το CO_2 αντιδρά μερικώς με το νερό και σχηματίζει ανθρακικό οξύ (H_2CO_3), ενώ το οξυγόνο της ατμόσφαιρας διαλύεται ή διαχέεται φυσικά στο νερό. Ένας δεύτερος τρόπος εμπλουτισμού των φυσικών νερών σε οξυγόνο είναι η φωτοσυνθετική παραγωγή οξυγόνου από τα ανώτερα υδρόβια φυτά και το φυτοπλαγκτόν.

Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό εξαρτάται κυρίως από την θερμοκρασία και την αλατότητα της υδάτινης στήλης, καθώς και από την ατμοσφαιρική πίεση. Βέβαια, επηρεάζουν και άλλοι παράγοντες, όπως είναι το κλίμα, οι μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής, τα ρεύματα αέρα, ο κυματισμός, η ποικιλία των φωτοσυνθετικών και των αερόβιων οργανισμών, η ποσότητα του ανόργανου και του οργανικού υλικού που παράγεται ή εισέρχεται στην υδάτινη μάζα, η περιεκτικότητα των εισερχόμενων νερών σε οξυγόνο και τέλος το σχήμα και το μέγεθος της λεκάνης απορροής.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου. Αυτό συμβαίνει, γιατί καθώς η θερμοκρασία ενός διαλύματος αυξάνεται, το περιεχόμενο αέριο εκδιώκεται μέχρι να συμβεί πλήρης εξαέρωση του διαλύτη στο σημείο βρασμού. Σε σταθερή θερμοκρασία, η πίεση που ασκεί το ατμοσφαιρικό οξυγόνο στην επιφάνεια του νερού ενός υδάτινου οικοσυστήματος είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό. Άρα η αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης αυξάνει τη διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντίστροφα.

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό αποτελεί δείκτη της κατάστασης και της βιωσιμότητας ενός υδάτινου οικοσυστήματος. Αυτό ισχύει, γιατί καταρχήν η ανάπτυξη των περισσότερων μορφών ζωής, δηλαδή των ζωικών και φυτικών

οργανισμών, των μυκήτων, των πρωτίστων και των βακτηρίων, προϋποθέτει την παρουσία οξυγόνου. Επίσης, οι καύσεις των οργανικών ουσιών, όπως των σακχάρων και των λιπαρών οξέων, είναι χημικές αντιδράσεις που εξασφαλίζουν την απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωση, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των οργανισμών και για την πραγματοποίησή τους απαιτούν οξυγόνο.

Οι υδρόβιοι οργανισμοί χρειάζονται διαφορετικά ποσά διαλυμένου οξυγόνου. Όταν τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου βρίσκονται κάτω από 3 mg/L, προκαλούν στρες στους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς, ενώ επίπεδα κάτω από 2 ή 1 mg/L δεν ευνοούν τη ζωή των ψαριών. Επίπεδα 5 ή 6 mg/L είναι συνήθως τα χαμηλότερα όρια για την ανάπτυξη και τις δραστηριότητες των υδρόβιων οργανισμών. Όταν στα φυσικά νερά καταλήξουν οργανικές ύλες, το διαλυμένο οξυγόνο καταναλώνεται με μεγάλο ρυθμό, λόγω της αερόβιας αναπνοής των μικροοργανισμών που τις αποσυνθέτουν. Τα φυσικά νερά που δέχονται πολύ μεγάλες ποσότητες οργανικής ύλης έχουν χαμηλή συγκέντρωση κορεσμού σε οξυγόνο, η οποία μειώνεται με την άνοδο της θερμοκρασίας. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η οργανική ύλη αποτελεί πολύ σοβαρό ρύπο για τα νερά, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Οι συνέπειες μπορεί να είναι αρνητικές για πολλούς υδρόβιους οργανισμούς, που κινδυνεύουν από ασφυξία. Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό εκφράζεται σε mg/L διαλυμένου οξυγόνου ή ποσοστό κορεσμού %.

Τέλος, όσον αφορά στην οργανική ύλη, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η ποσότητά της στο νερό μπορεί να υπολογιστεί με τις μετρήσεις του Χημικώς Απαιτούμενου Οξυγόνου (Chemical Oxygen Demand COD) και του Ολικού Οργανικού Άνθρακα (Total Organic Carbon TOC). Οι μετρήσεις του BOD και του COD στοχεύουν κυρίως στον προσδιορισμό του οργανικού φορτίου στα απόβλητα που έχουν καταλήξει στα υδάτινα οικοσυστήματα, ενώ οι μετρήσεις του Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC) στοχεύουν στον προσδιορισμό χαμηλών συγκεντρώσεων οργανικής ύλης και ενδιαφέρουν ιδιαίτερα την παραγωγή και την ποιότητα του πόσιμου νερού. Με τις σύγχρονες αναλυτικές συσκευές ο προσδιορισμός του ολικού οργανικού άνθρακα είναι πολύ απλή διαδικασία, καθώς ένας αυτόματος αναλυτής TOC απαιτεί ελάχιστη ποσότητα υγρού δείγματος, μετρημένη σε μL , το οποίο εισάγεται σε ειδική στήλη με καταλύτη, όπου καίγεται σε υψηλή θερμοκρασία και έτσι παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/L ολικού οργανικού άνθρακα (TOC).

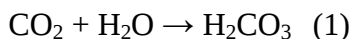
12.Ο ΒΙΟΓΕΧΗΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Ο κύκλος του άνθρακα είναι ο πιο σημαντικός βιογεωχημικός κύκλος του πλανήτη, γιατί επηρεάζει όλους τους άλλους. Καταρχήν, ο άνθρακας είναι το πιο σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή, γιατί με βάση αυτό, δομούνται όλες οι οργανικές ενώσεις, άρα και όλα τα βιολογικά μακρομόρια. Ο άνθρακας βρίσκεται στη γη σε πολλές μορφές οργανικές και ανόργανες και σε όλες τις φάσεις, δηλαδή την υγρή, τη στερεή και την αέρια. Η συμπεριφορά του στο φυσικό περιβάλλον στηρίζεται στη μετακίνησή του

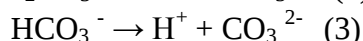
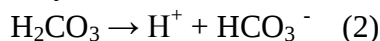
μεταξύ αυτών των φάσεων και στη συμμετοχή του σε πολύ μεγάλο αριθμό χημικών διεργασιών, που συνδέονται με τον έμβιο και τον άβιο κόσμο. [32]

Ο κύκλος του άνθρακα έχει ένα ανόργανο και ένα βιολογικό κομμάτι. Πρώτα θα αναλύσουμε το ανόργανο κομμάτι. Στην ατμόσφαιρα ο άνθρακας βρίσκεται υπό τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Όσον αφορά στο υδάτινο περιβάλλον, οι ανόργανοι μηχανισμοί που συνδέονται με τον άνθρακα περιλαμβάνουν την καταβύθιση και την αναδιάλυση του ανθρακικού ασβεστίου και τη διάλυση του αερίου διοξειδίου του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις χημικές και τις βιολογικές διαδικασίες στα υδάτινα οικοσυστήματα, γιατί επηρεάζει το pH του νερού, τη φωτοσύνθεση, μετριάζει το φαινόμενο του θερμοκηπίου αλλά δημιουργεί το πρόβλημα της οξίνισης των ωκεανών και τέλος επηρεάζει τις αποθέσεις αλάτων στον πυθμένα, καθώς και την αναδιάλυσή τους.

Όταν το CO_2 διαλυθεί στην υδάτινη στήλη, το νερό αντιδρά με αυτό, σύμφωνα με την αντίδραση:



Το σχηματιζόμενο ανθρακικό οξύ διίσταται σε δύο στάδια, εφόσον είναι διπρωτικό:



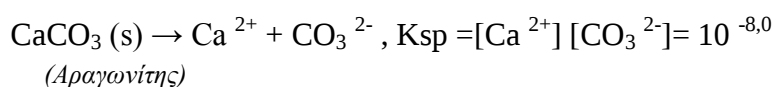
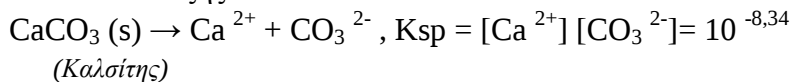
Επειδή το H_2CO_3 δεν μπορεί να ανιχνευθεί, οι εξισώσεις των δύο παραπάνω αντιδράσεων συνήθως συνδυάζονται στην αντίδραση:



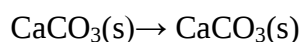
Η αύξηση της ιονικής ισχύος, δηλαδή της αλατότητας για δεδομένη θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία των αντιδράσεων 2 και 4 προς τα δεξιά, δηλαδή προκαλεί αύξηση της διάστασης του H_2CO_3 . Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση της διάστασης του H_2CO_3 , αλλά μειώνει τη διαλυτότητα του CO_2 . Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μετατόπιση των αντιδράσεων 2 και 4 προς τα αριστερά.

Η αύξηση της πίεσης μετατοπίζει τις παραπάνω ισορροπίες προς τα δεξιά, λόγω της αρχής Le Chatelier, σύμφωνα με τη οποία η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα εκεί, όπου εξουδετερώνεται η διαταραχή. Σε αυτή την περίπτωση προς τα εκεί όπου μειώνεται η πίεση, δηλαδή προς τα εκεί όπου καταναλώνεται το CO_2 . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή H^+ . Άρα η αύξηση της πίεσης προκαλεί μείωση του pH του θαλασσινού νερού στα μεγάλα βάθη. [32]

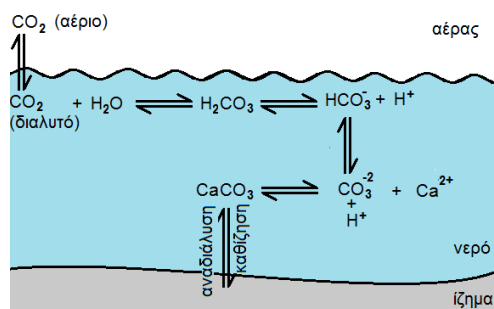
Τώρα θα αναφέρουμε τις αλληλεπιδράσεις και τις χημικές ισορροπίες του CO_2 με τις αποθέσεις του πυθμένα. Τα κυριότερα μέταλλα με τα οποία αντιδρά το CO_2 προς σχηματισμό δυσδιάλυτων αλάτων είναι το Ca και το Mg. Οι χημικές ισορροπίες που πραγματοποιούνται είναι οι εξής:



Σύμφωνα με τα γινόμενα διαλυτότητας, ευνοείται η καθίζηση του ασβεστίτη. Παρόλα αυτά, τη σημερινή εποχή παρατηρείται ότι ο αραγωνίτης καθιζάνει απευθείας από το θαλασσινό νερό. Σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους μπορούσε να γίνει και καθίζηση ασβεστίτη. Ο ασβεστίτης μπορεί να σχηματιστεί διαγεννητικά από τον αραγωνίτη, σύμφωνα με την αντίδραση:



Όσον αφορά στην καθίζηση αλάτων του Mg, αυτά θα μπορούσαν να είναι το MgCO_3 και ο δολομίτης ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Το γινόμενο διαλυτότητας του MgCO_3 είναι χαμηλό (10^{-4}) και έτσι δεν παρατηρείται καταβύθιση αυτού του άλατος στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η καθίζηση του δολομίτη ευνοείται, αφού το γινόμενο διαλυτότητας είναι ακόμα πιο χαμηλό ($10^{-16,7}$). Παρόλα αυτά ο σχηματισμός του γίνεται διαγεννητικά, γιατί η μεγάλη κανονικότητα του κρυσταλλικού πλέγματος δεν επιτρέπει το σχηματισμό του με απευθείας καθίζηση.[32] Η εικόνα 12.1 δείχνει συνοπτικά τις αλληλεπιδράσεις του CO_2 με το υδάτινο περιβάλλον:



Εικόνα 12.1: Αλληλεπιδράσεις του CO_2 με το υδάτινο περιβάλλον [32]

Τώρα θα μιλήσουμε για το βιολογικό κομμάτι του κύκλου του άνθρακα. Η πορεία του άνθρακα στα οικοσυστήματα ακολουθεί τη ροή της ενέργειας, εφόσον η χημική ενέργεια που μεταβιβάζεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο είναι δεσμευμένη στις οργανικές ενώσεις.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, ο άνθρακας εισέρχεται στα χερσαία και στα υδάτινα οικοσυστήματα με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα παραλαμβάνεται από τους παραγωγούς, για να μετατραπεί, μέσω της φωτοσύνθεσης, σε γλυκόζη.

Ένα μέρος της γλυκόζης και άλλων ενώσεων που συντίθενται από τους παραγωγούς, χρησιμοποιείται κατά την κυτταρική αναπνοή, για την απελευθέρωση ενέργειας, η οποία με τη σειρά της χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών των παραγωγών. Όμως κατά την κυτταρική αναπνοή παράγεται και διοξείδιο του άνθρακα και έτσι, με τον τρόπο αυτό, αυτό το αέριο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα και έτσι ολοκληρώνεται ένας κύκλος πρόσληψης και επαναφοράς από και προς την ατμόσφαιρα.[33]

Ένα άλλο μέρος της γλυκόζης και των άλλων οργανικών ενώσεων που έχουν παραχθεί από τα φυτά, μεταβιβάζεται ως τροφή στους καταναλωτές, ενώ ένα άλλο μέρος καταλήγει ως νεκρή οργανική ύλη στο έδαφος, όπως φύλλα, καρποί, κλαδιά και γίνεται

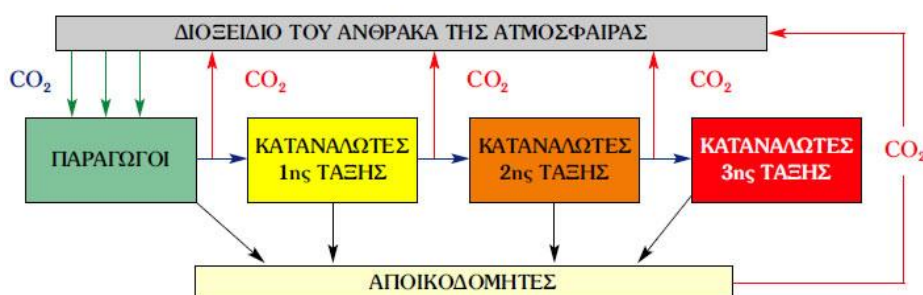
τροφή για τους αποικοδομητές. Οι αποικοδομητές είναι τα βακτήρια και οι μύκητες. Επίσης, η νεκρή οργανική ύλη ζωικής προέλευσης, όπως τα σώματα των νεκρών οργανισμών, οι απεκκρίσεις και τα περιττώματα, γίνεται και αυτή τροφή για τους αποικοδομητές.

Τόσο στην περίπτωση των καταναλωτών όσο και στην αντίστοιχη των αποικοδομητών, η οργανική ύλη οξειδώνεται, γεγονός που οδηγεί στην απελευθέρωση ενέργειας που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών, αλλά και στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, οπότε έτσι αυτό το αέριο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.[33]

Στα υδάτινα οικοσυστήματα η οργανική ύλη αποτελείται κυρίως από οργανικό άνθρακα. Ο διαλυτός οργανικός άνθρακας (DOC-Dissolved Organic Carbon) προέρχεται από τις εκκρίσεις, το θάνατο και την αποσύνθεση του φυτοπλαγκτού και από τη βακτηριακή αποικοδόμηση του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα (POC-Particulate Organic Carbon) και των ιζημάτων. Η κατανάλωσή του γίνεται κυρίως από το μεταβολισμό των βακτηρίων, που απελευθερώνει CO_2 , καθιστώντας έτσι τον DOC ως ένα σημαντικό παράγοντα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Από την υδάτινη στήλη μπορεί να απομακρυνθεί μέσω της διαδικασίας της συσσωμάτωσης και προσρόφησης στο σωματιδιακό οργανικό άνθρακα, ή από το φυτοπλαγκτό ή προσροφούμενος από τα ιζήματα.

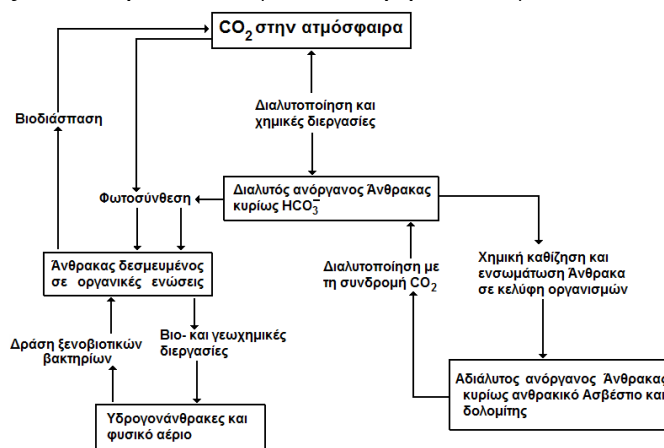
Ο διαλυτός οργανικός άνθρακας χωρίζεται σε τρία κλάσματα, με βάση τη δραστηρότητά του στις βιολογικές διεργασίες. Το ευκίνητο μέρος είναι αυτό που αποτελείται από υδατάνθρακες και αμινοξέα και καταναλώνεται γρήγορα από τα βακτήρια, παραμένοντας έτσι στον ωκεανό από λίγες ώρες έως λίγες ημέρες. Το ημι-ευκίνητο μέρος είναι αυτό που καταναλώνεται σε εποχιακή βάση, δηλαδή από μήνες έως χρόνια, ενώ το ανθεκτικό μέρος παραμένει αναλλοίωτο για αιώνες και για χιλιετίες.[32]

Η χημική σύσταση του διαλυτού οργανικού άνθρακα αποτελείται κυρίως από υδατάνθρακες, αμινοξέα και λιπίδια, ενώ σε πολύ μικρό ποσοστό συναντάμε οργανικούς ρύπους και άμορφα πολυμερή. Το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού άνθρακα βρίσκεται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ η περιεκτικότητά του μειώνεται όσο κατεβαίνουμε στην υδάτινη στήλη, μέχρι που στο ίζημα υπάρχει περίπου 0,5-2% οργανικός άνθρακας. Η οριζόντια κατανομή του DOC δείχνει ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις είναι κοντά στις ακτές, ενώ όσο απομακρυνόμαστε αυτές, οι τιμές μικραίνουν. Οι συγκεντρώσεις του είναι αρκετά υψηλές σε εκβολές ποταμών, λόγω της χερσαίας προέλευσης.[32] Στην εικόνα 12.2 φαίνεται το βιολογικό κομμάτι του κύκλου του άνθρακα.



Εικόνα 12.2 : Το βιολογικό κομμάτι του κύκλου του άνθρακα [33]

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες διαταράσσουν τον κύκλο του άνθρακα. Με τη Βιομηχανική Επανάσταση, στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, άρχισε η συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων, δηλαδή των γαιανθράκων, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Αυτά τα καύσιμα, τα οποία προέρχονται από το μετασχηματισμό της οργανικής ύλης των φυτικών και των ζωικών οργανισμών του παρελθόντος, παρέμειναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της γης και έτσι αποτέλεσαν μία μεγάλη αποθήκη άνθρακα που έμεινε αχρησιμοποίητη. Στη συνέχεια όμως, οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες της βιομηχανίας και των μεταφορών, επέβαλαν την εντατική εξόρυξη του άνθρακα, η καύση του οποίου οδήγησε σε απελευθέρωση πολύ μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, το διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύεται από τους παραγωγούς κατά τη διεργασία της φωτοσύνθεσης. Όμως η καταστροφή των δασών, είτε λόγω της υλοτόμησης με στόχο την εκμετάλλευση των προϊόντων της ξυλείας, είτε λόγω των εκχερσώσεων με στόχο την εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας, έχει ως συνέπεια τη μείωση των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη. Έτσι, η τάση που υπάρχει για αυξημένη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, έχει δυσάρεστες συνέπειες για το κλίμα του πλανήτη. Συνοπτικά, ο κύκλος του άνθρακα στο φυσικό περιβάλλον φαίνεται στην εικόνα 12.3.



Εικόνα 12.3: ο κύκλος του άνθρακα στο φυσικό περιβάλλον [32]

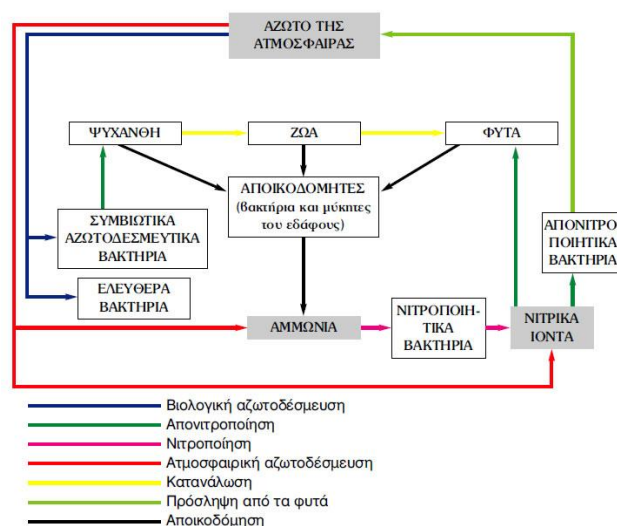
13.Ο ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Το άζωτο συνιστά βασικό χημικό στοιχείο, αναγκαίο στους έμβιους οργανισμούς, κυρίως για την παρασκευή πρωτεϊνών και άλλων βιομορίων, όπως τα νουκλεϊκά οξέα. Στην ατμόσφαιρα υπάρχει σε αφθονία υπό μορφή μοριακού αζώτου (N_2), το οποίο, όπως θα αναλυθεί και παρακάτω, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα ζώα και τα φυτά και έτσι πρέπει να μετατραπεί σε άλλες μορφές για να εισαχθεί στα οικοσυστήματα. [32]

Όσον αφορά στο υδάτινο περιβάλλον, και εκεί το μοριακό άζωτο είναι η επικρατέστερη μορφή του στοιχείου, που και πάλι δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από τους οργανισμούς. Οι ενώσεις του αζώτου που συμμετέχουν στις βιολογικές διεργασίες και το καθιστούν θρεπτικό στοιχείο είναι τα νιτρικά, τα νιτρώδη, τα αμμωνιακά ιόντα και το

οργανικό άζωτο. Μετά από το μοριακό άζωτο η επικρατούσα μορφή είναι τα νιτρικά ιόντα, ενώ οι κύριες οργανικές ενώσεις του είναι η ουρία και τα αμινοξέα.

Όσον αφορά στην αμμωνία, είναι ιδιαίτερα τοξική για τους υδρόβιους οργανισμούς. Τα ψάρια είναι ευαίσθητα στο αλκαλικό περιβάλλον και όταν υπάρχουν ιόντα αμμωνίου, σε κάποια αναλογία υπάρχει και ελεύθερη αμμωνία. Η αναλογία αμμωνίας προς αμμωνιακά ιόντα καθορίζεται κυρίως από την τιμή του pH του νερού και σε δεύτερο βαθμό από τη θερμοκρασία του.[32] Στην εικόνα 13.1 φαίνεται το βιολογικό κομμάτι του κύκλου του αζώτου.



Εικόνα 13.1: Το βιολογικό κομμάτι του κύκλου του αζώτου στο φυσικό περιβάλλον [34]

Τώρα θα αναλύσουμε λεπτομερώς τον κύκλο του αζώτου. Καταρχήν αυτός ο βιογεωχημικός κύκλος πραγματοποιείται σε τέσσερα στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι εκείνο της αζωτοδέσμευσης, διαδικασία κατά την οποία, όπως προαναφέρθηκε, το μοριακό άζωτο μετατρέπεται σε μορφές αξιοποιήσιμες από τους παραγωγούς. Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και σε βιολογική. [34]

Κατά την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά με τους υδρατμούς σχηματίζοντας αμμωνία ή αντιδρά με το οξυγόνο, σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα. Η απαραίτητη ενέργεια της ατμοσφαιρικής αζωτοδέσμευσης προσφέρεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις, δηλαδή τις αστραπές και τους κεραυνούς. Η παραγόμενη αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος. Η ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση καταλαμβάνει το 19% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.[34]

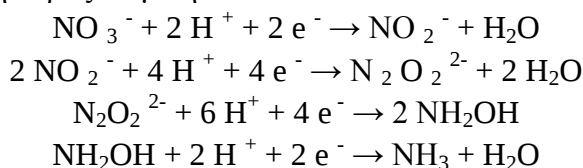
Η βιολογική αζωτοδέσμευση πραγματοποιείται από ελεύθερους ή συμβιωτικούς μικροοργανισμούς του εδάφους. Τα σημαντικότερα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια είναι αυτά που ζουν συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών φυτών, όπως το τριφύλλι, η μπιζελιά, η φασολιά, η φακή και η σόγια σε ειδικά εξογκώματα, που λέγονται φυμάτια. Αυτά τα βακτήρια δεσμεύουν απευθείας το μοριακό άζωτο και το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα, τα οποία στη συνέχεια προσλαμβάνονται από τα ψυχανθή φυτά.

Ανάλογα βακτήρια υπάρχουν και στο θαλάσσιο περιβάλλον και επιτελούν τη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης, όπως κάποια είδη *Clostridium* στις θαλάσσιες αποθέσεις. Παρόλα αυτά, επειδή η διαδικασία είναι ενδόθερμη και απαιτεί ικανά ποσά

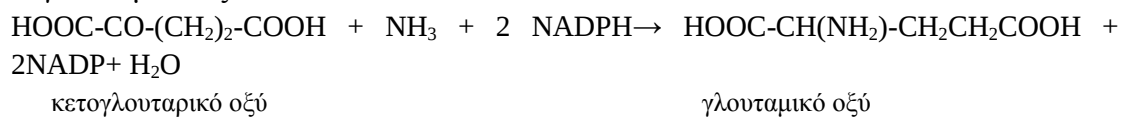
ενέργειας, ακόμα και σε αφθονία, αυτά τα βακτήρια δεν είναι σε θέση να δεσμεύουν σημαντικά ποσά μοριακού αζώτου. Αντίθετα, τα κυανοπράσινα φύκη δεσμεύουν ικανές ποσότητες μοριακού αζώτου. Η βιολογική αζωτοδέσμευση κατέχει το 90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

Το δεύτερο στάδιο του βιογεωχημικού κύκλου είναι η αφομοίωση του αζώτου. Κατά τη διεργασία αυτή, τα φυτά προσλαμβάνουν από το έδαφος τα νιτρικά ιόντα και τα χρησιμοποιούν για να συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους, οι πιο βασικές από τις οποίες είναι οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα. Το άζωτο έτσι διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων στις διάφορες τάξεις των καταναλωτών, για να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή των πρωτεϊνών.[34]

Το ίδιο συμβαίνει και με το φυτοπλαγκτόν των υδάτινων οικοσυστημάτων, το οποίο έχει την ικανότητα να προσλαμβάνει οποιαδήποτε από τις τρεις κύριες μορφές του δεσμευμένου αζώτου, δηλαδή τα νιτρικά ιόντα, τα νιτρώδη ιόντα και την αμμωνία, με εκλεκτική προτίμηση την αμμωνία. Αυτό οφείλεται στο ότι τα νιτρικά, πριν την εισαγωγή τους στις πρωτεΐνες του οργανισμού, μετατρέπονται πρώτα σε αμμωνία. Η αναγωγή των νιτρικών σε αμμωνία ευνοείται παρουσία φωτός και με τη βοήθεια των φωτοσυνθετικών μηχανισμών. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, απαιτείται ένας δότης υδρογόνου και μία πηγή υψηλής ενέργειας, όπως είναι η τριφωσφορική αδενοσίνη, ώστε να πραγματοποιηθεί αυτή η ενδόθερμη αντίδραση. Η αναγωγή γίνεται σε τέσσερα στάδια, τα ενδιάμεσα προϊόντα των οποίων είναι τα νιτρώδη ιόντα, τα υπονιτρώδη ιόντα και η υδροξυλαμίνη:



Η αμμωνία, είτε προερχόμενη από την τελευταία αντίδραση, είτε προερχόμενη από το φυσιολογικό μεταβολισμό των οργανισμών, αντιδρά με το α-κετογλουταρικό οξύ, παρουσία ανηγμένου φωσφορικού αδένινο-νικοτινάμιδο-δινουκλεοτιδίου (NADPH) και δίνει γλουταμικό οξύ:



Στη συνέχεια, από το γλουταμικό οξύ, σχηματίζονται περίπου 20 αμινοξέα, τα οποία συνδυάζόμενα και συνδεόμενα, μέσω πολύπλοκων μηχανισμών όπου συμμετέχουν το RNA, το ATP και το DNA, δίνουν τις πρωτεΐνες των φυτικών οργανισμών. Οι φυτικές αυτές πρωτεΐνες, αφού διασπαστούν σε αμινοξέα και ανασυνδυαστούν, δίνουν τις πρωτεΐνες των ανώτερων μελών της τροφικής αλυσίδας.

Το τρίτο στάδιο του κύκλου του αζώτου είναι η νιτροποίηση, δηλαδή η αναγέννηση των νιτρικών ιόντων μέσω της αμμωνίας. Η διαδικασία επιτελείται από βακτήρια, τα οποία είναι είτε αερόβια είτε αναερόβια, ελευθέρως ζώντα ή προσκολλημένα στη σωματιδιακή ύλη. Τα αερόβια βακτήρια χρησιμοποιούν τις οργανικές ενώσεις ως τροφή,

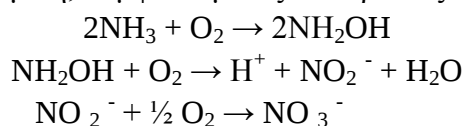
απελευθερώνοντας διοξείδιο του άνθρακα. Τα αναερόβια χρησιμοποιούν άλλες πηγές οξυγόνου, όπως τα νιτρικά ιόντα και τα θειικά ιόντα.

Η οργανική ύλη που χρησιμοποιείται ως τροφή των βακτηρίων προέρχεται από το θάνατο των φυτών και των ζώων, οπότε το έδαφος εμπλουτίζεται με νεκρή οργανική ύλη που περιέχει άζωτο. Επιπλέον τα ζώα αποβάλλουν οργανικά άζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους, όπως ουρία, ουρικό οξύ και περιττώματα. Όλες αυτές οι ουσίες διασπώνται από τους αποικοδομητές του εδάφους και τελικά παράγεται αμμωνία. Όταν η τροφή εξαντληθεί ή αναπτυχθούν απαγορευτικές συνθήκες για τη ζωή των βακτηρίων, τα βακτήρια πεθαίνουν και τα κύτταρα αυτολύονται ελευθερώνοντας και πάλι αμμωνία. Γενικά κατά την αποσύνθεση των μακρο- και μικρο- οργανισμών παράγεται αμμωνία.

Στα ωκεάνια βάθη αυτή η διαδικασία γίνεται με τη βοήθεια των πρωτεολυτικών βακτηρίων. Μόνο λίγες σταθερές οργανικές ενώσεις του αζώτου είναι ανθεκτικές στην αποσύνθεση και φτάνουν στις αποθέσεις του πυθμένα όπου ενσωματώνονται στα χημικά συστατικά του βυθού.[32]

Πιο αναλυτικά, κατά τη διαδικασία της αμμωνιοποίησης αυτό που συμβαίνει είναι ότι τα οργανικά μόρια υδρολύονται και έτσι το οργανικό δεσμευμένο άζωτο κυρίως υπό τη μορφή αμινοξέων, διαλυτοποιείται. Η αμμωνία σχηματίζεται ως αποτέλεσμα της αποαμινοποίησης των αμινοξέων. Η αμμωνιοποίηση επηρεάζεται από διεργασίες όπως η απελευθέρωση διαλυτού οργανικού αζώτου ως αποτέλεσμα της autólυσης των νεκρών κυττάρων.

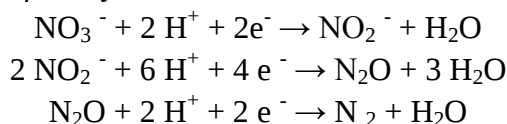
Στη συνέχεια, η παραγόμενη αμμωνία οξειδώνεται και μετατρέπεται σε νιτρικά ιόντα, τα οποία παραλαμβάνονται και πάλι από τα φυτά, οπότε ένα κύκλος αζώτου κλείνει στο εσωτερικό του οικοσυστήματος. Η οξείδωση είναι μία διαδικασία δύο σταδίων, με ενδιάμεσο προϊόν την υδροξυλαμίνη, σύμφωνα με τις αντιδράσεις:



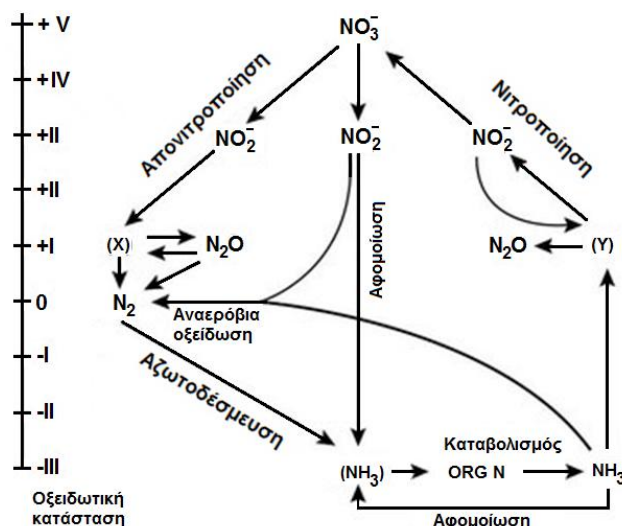
Οι δύο πρώτες αντιδράσεις πραγματοποιούνται από αμμωνιοποιητικά βακτήρια ενώ η τρίτη από νιτροποιητικά βακτήρια. Η νιτροποίηση γενικότερα είναι μία διαδικασία που γίνεται από τα βακτήρια όχι μόνο στα παράκτια ύδατα, αλλά και στους βυθούς των ωκεανών. [35]

Το τελευταίο στάδιο του κύκλου του αζώτου είναι η αναγωγή των νιτρικών ιόντων προς νιτρώδη, αλλά και η αναγωγή και των δύο αυτών μορφών σε μοριακό άζωτο που ονομάζεται απονιτροποίηση και πραγματοποιείται από τα απονιτροποιητικά βακτήρια. Αυτή η διαδικασία γίνεται για να μπορέσει το άζωτο να επανέλθει στην ατμόσφαιρα. Είναι γνωστό ότι πολλά βακτήρια έχουν την ικανότητα να ανάγουν τα νιτρικά ιόντα σε νιτρώδη τόσο σε νερά που είναι πολύ πλούσια σε οργανικά συστατικά, όσο και σε νερά αρκετά φτωχά σε οργανικά συστατικά, κυρίως όταν αυτά είναι ανοξικά. Καθώς η συγκέντρωση του οξυγόνου στη υδατική φάση του οικοσυστήματος ή εντός του ιζήματος μειώνεται, τότε οι συνθήκες γίνονται ανοξικές και η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων αυξάνεται ως αποτέλεσμα της νιτροποίησης και έτσι φτάνουμε σε ένα σημείο όπου τα νιτρικά ιόντα γίνονται ο προτιμότερος δέκτης ηλεκτρονίων για την επίτευξη της οικοδόμησης της οργανικής ύλης από τα βακτήρια. [35,36]

Μερικά είδη βακτηρίων, όπως οι ψευδομονάδες, που υπάρχουν τόσο στα νερά όσο και στις θαλάσσιες αποθέσεις, έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν νιτρικά ιόντα ως πηγές οξυγόνου, για την αναγωγή της οργανικής ύλης, όταν οι συνθήκες είναι ανοξικές. Εκτός από τα βακτήρια, υπάρχουν και ορισμένα είδη φυτοπλαγκτού που κάνουν την αναγωγή, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους, κυρίως παρουσία νιτρικών και απουσία ικανού φωτισμού. Η διαδικασία αναγωγής των νιτρικών περιγράφεται με τις παρακάτω χημικές αντιδράσεις:



Η παραγωγή υποξειδίου του αζώτου (N_2O) κατά τη διαδικασία της απονιτροποίησης είναι η κυριότερη διεργασία μέσω της οποίας αυτή η ουσία απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από τους ωκεανούς. Στην εικόνα 13.2 φαίνεται το ανόργανο κομμάτι του κύκλου του αζώτου.



Εικόνα 13.2: Το ανόργανο κομμάτι του βιογεωχημικού κύκλου του αζώτου [32]

Γενικότερα, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες διαταράσσουν τον κύκλο του αζώτου. Καταρχήν, τεράστια ποσά απόπλυσης καλλιεργήσιμων εδαφών εισάγονται στα υδάτινα οικοσυστήματα, στο έδαφος και στο νερό, μεταφέροντας υπολείμματα των χρησιμοποιούμενων αζωτούχων λιπασμάτων. Επιπλέον, και οι άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως οι βιομηχανικές διεργασίες, είναι υπεύθυνες για τη ρύπανση των υδάτων από αζωτούχες ενώσεις. Επιπλέον, τα λύματα και τα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών που καταλήγουν στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, έχουν ως συνέπεια τη ρύπανση από άζωτο. Επίσης, η εκπομπή ενώσεων αζώτου στην ατμόσφαιρα μέσω της χρήσης καυσίμων στη βιομηχανία και στα αυτοκίνητα, καθώς και η καύση βιομάζας απελευθερώνουν ενώσεις αζώτου στην ατμόσφαιρα και τέλος, τα απόβλητα των ζώων των αγροκτημάτων απελευθερώνουν αμμωνία στο έδαφος και στο νερό.[37]

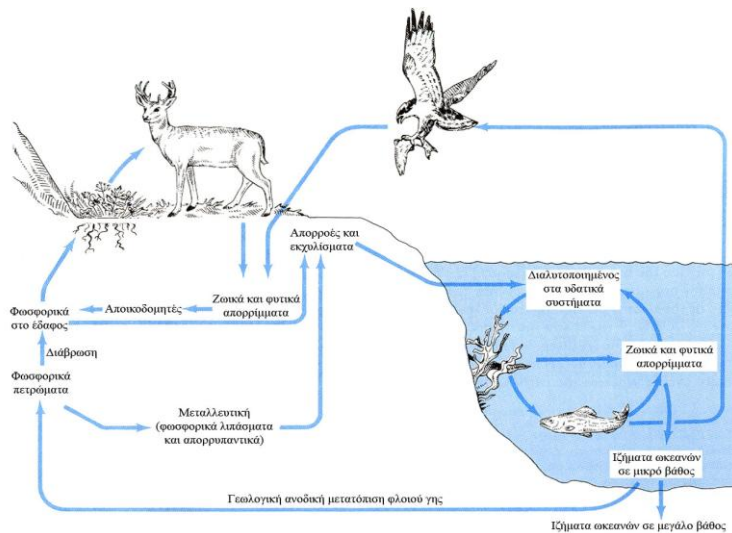
14.Ο ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Ο φώσφορος είναι σημαντικό στοιχείο για τη ζωή, γιατί αποτελεί δομικό συστατικό πολλών βιολογικών μακρομορίων, όπως το DNA, το RNA και τα φωσφολιπίδια των κυτταρικών μεμβρανών.

Στο θαλάσσιο περιβάλλον ο φώσφορος βρίσκεται σχεδόν αποκλειστικά στην οξειδωτική κατάσταση +5, σε μεγάλη ποικιλία διαλυτών και σωματιδιακών μορφών. Οι πιο βασικές μορφές του διαλυτού φωσφόρου είναι τα ανόργανα φωσφορικά άλατα. Σε θαλασσινό νερό συνηθισμένης αλατότητας, με pH περίπου 8 και θερμοκρασία 20 , το 87% του φωσφόρου είναι μονόξινά φωσφορικά, 12% φωσφορικά, 1% δισόξινά φωσφορικά και το ποσοστό του αδιάστατου φωσφορικού οξέος θεωρείται αμελητέο. Από τις ποσότητες αυτές, το 99,7% των φωσφορικών και το 44% των δισόξινων φωσφορικών βρίσκονται με τη μορφή ιονικών ζευγών με κατιόντα, όπως το μαγνήσιο και το ασβέστιο. Πολυφωσφορικά ιόντα υπάρχουν κυρίως σε εκβολές ποταμών και σε παράκτια ύδατα, όπως αυτά των λιμνοθαλασσών, ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών ρυπάνσεων από απορρυπαντικά. Σημαντικό τμήμα των διαλυτών φωσφορικών ενώσεων προέρχεται από οργανικές ενώσεις. Αυτές οι ενώσεις είναι φωσφορικοί εστέρες σακχάρων, φωσφολιπίδια, φωσφονουκλεοτίδια, καθώς και προϊόντα αποσύνθεσης προϊόντων μεταβολισμού διαφόρων οργανισμών.

Ο σωματιδιακός φώσφορος αποτελείται κατά 30-60% από δυσδιάλυτα φωσφορικά άλατα, ενώ το οργανικό κλάσμα, που είναι το 25-55% του ολικού σωματιδιακού φωσφόρου, αποτελείται κυρίως από RNA, DNA, πολυφωσφορικά και μερικές φωσφοπρωτεΐνες. Ένα τμήμα των ανόργανων φωσφορικών είναι δεσμευμένο στα αιωρούμενα σωματίδια στα παράκτια ύδατα, ενώ σε μορφή αιωρημάτων συναντάμε συσσωματώματα φωσφορικού ασβεστίου και φωσφορικού σιδήρου. Οι μηχανισμοί προσρόφησης εξαρτώνται από τη συγκέντρωση των φωσφορικών και από την επιφάνεια του ιζήματος που είναι διαθέσιμη για προσρόφηση. [32]

Όσον αφορά στον οργανικό φώσφορο, ένα ποσοστό του σε σωματιδιακή μορφή φτάνει στις αποθέσεις και υφίσταται διαγένεση προς σχηματισμό του ορυκτού απατίτη ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{F})$). Επίσης, στη θάλασσα φτάνουν αρκετές ποσότητες φωσφορικών, μέσω των ποταμών και άλλων επιφανειακών υδάτων, προερχόμενες από τη διάβρωση των χερσαίων πετρωμάτων, την απόπλυση των καλλιεργούμενων εδαφών και τη διάσπαση των πολυφωσφορικών, που χρησιμοποιούνται στα απορρυπαντικά. Το βιολογικό τμήμα του κύκλου του φωσφόρου υπάρχει στην εικόνα 14.1.



Εικόνα 14.1: Ο κύκλος του φωσφόρου στο φυσικό περιβάλλον [38]

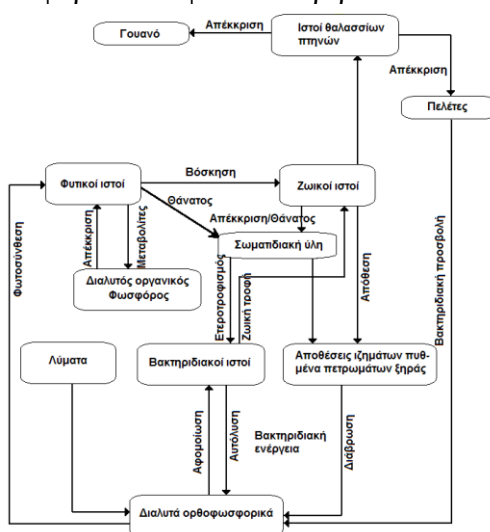
Ο κύκλος του φωσφόρου παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με εκείνον του αζώτου, όμως είναι απλούστερος, αφού στο θαλάσσιο περιβάλλον ο φώσφορος είναι σχεδόν αποκλειστικά πεντασθενής.

Πιο αναλυτικά, ο κύκλος ξεκινά με τη διάβρωση των πετρωμάτων, με συνέπεια τα φωσφορικά να εισέρχονται φυσικά στη θάλασσα, μέσω των ποταμών και των άλλων επιφανειακών υδάτων. Το φυτοπλαγκτόν και οι υπόλοιποι παραγωγικοί καλύπτουν τις ανάγκες τους από τα διαλυμένα ορθοφωσφορικά. Αυτή η πρόσληψη γίνεται κατά τη φωτοσύνθεση. Ενώσεις του φωσφόρου, όπως το ATP παίζουν πολύ σπουδαίο ρόλο στη φωτοσύνθεση αλλά και σε άλλες διεργασίες των φυτών. Η πρόσληψη των φωσφορικών από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς είναι ο κύριος τρόπος απομάκρυνσης αυτών των ενώσεων. Γενικά η ανάπτυξη των οργανισμών αυτών σπάνια αναστέλλεται υπό συνθήκες έλλειψης φωσφόρου. Αυτό συμβαίνει, γιατί συνήθως τα νιτρικά καταναλώνονται πριν από τα φωσφορικά. Επίσης, υπό τέτοιες συνθήκες, το πλαγκτόν έχει την ικανότητα να καταναλώνει οργανικές ενώσεις του φωσφόρου.

Στη συνέχεια του κύκλου, σχεδόν όλο το φυτοπλαγκτόν καταναλώνεται από τους καταναλωτές, που τρέφονται με τα φυτά, οι οποίοι με τη σειρά τους θα αποτελέσουν τροφή για τους οργανισμούς των ανώτερων τροφικών επιπέδων. Αν το φυτοπλαγκτόν δεν αποτελέσει τροφή και πεθάνει φυσικά, τότε οι οργανικές ενώσεις του φωσφόρου των ιστών μετατρέπονται σε φωσφορικά, με τη βοήθεια των φωσφορασών που υπάρχουν στα κύτταρα. Η απέκκριση φωσφόρου από το ζωοπλαγκτόν ποικίλει ανάλογα με τις φυσικές συνθήκες, την ενεργητικότητα και τη διατροφή των ζώων.[37, 35]

Το ζωοπλαγκτόν καταναλώνει το φυτοπλαγκτόν και έτσι καλύπτει τις ανάγκες του σε φώσφορο. Έτσι, στα προϊόντα μεταβολισμού του υπάρχουν οργανικές ενώσεις του φωσφόρου, που γρήγορα μετατρέπονται σε ανόργανες με τη βοήθεια κάποιων ενζύμων που υπάρχουν στα κύτταρα και λέγονται φωσφοριλάσες. Επίσης, όσες οργανικές ενώσεις παραμένουν, μετατρέπονται σε ορθοφωσφορικά, με τη βοήθεια βακτηρίων ή ενζύμων.

Γενικά η έκκριση φωσφόρου από το ζωοπλαγκτόν είναι ελάχιστη όταν το φυτοπλαγκτόν είναι άφθονο και είναι μέγιστη σε περίπτωση έλλειψης φυτοπλαγκτού. Ο χαμηλός ρυθμός έκκρισης σε συνθήκες άφθονης τροφής συμβαίνει, γιατί τα φωσφολιπίδια αποθηκεύονται ή χρησιμοποιούνται για την αναπαραγωγή (δημιουργία αυγών). Όταν η τροφή είναι σπάνια, τα λιπίδια αυτά χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας και έτσι αποβάλλεται φώσφορος. Με το θάνατο των καταναλωτών και την αποσύνθεση των νεκρών κυττάρων, αποβάλλεται σωματιδιακή και διαλυτή ύλη, πάνω στην οποία ζουν βακτήρια, τα οποία, με τη δράση τους γίνεται η επιστροφή των φωσφορικών στο θαλάσσιο νερό.[39, 32] Στην εικόνα 14.2 φαίνεται το ανόργανο κομμάτι του κύκλου του φωσφόρου στο φυσικό περιβάλλον.



Εικόνα 14.2: Το ανόργανο τμήμα του κύκλου του φωσφόρου [32]

15.ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λειτουργίες των λιμνοθαλασσών, δηλαδή οι φυσικές, οι χημικές και οι βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα. Οι λιμνοθάλασσες, οι λίμνες και τα ποτάμια ανήκουν στους υγρότοπους. Όλοι οι υγρότοποι δεν επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες ή επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες με διαφορετικό τρόπο, γιατί καθένας έχει τα δικά του γνωρίσματα και αποτελεί μοναδική περίπτωση.[40]

Καταρχήν οι λιμνοθάλασσες παγιδεύουν ανόργανα ιζήματα, δηλαδή υλικά που παρασύρονται από το νερό της βροχής από τη λεκάνη απορροής και αποτίθενται και κατακρατούνται στον υγρότοπο. Επίσης, παγιδεύουν νερό, θρεπτικά συστατικά και οργανικό υλικό και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως δεξαμενές υλικών ή ως φίλτρα υλικού.[28]

Επιπροσθέτως, ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων από τη λεκάνη απορροής συνιστά σημαντική λειτουργία. Τρίτον, οι λιμνοθάλασσες τροποποιούν τα πλημμυρικά φαινόμενα, καθώς αποθηκεύουν το νερό της πλημμύρας και το αποδίδουν βαθμιαία μετά το τέλος της, οπότε έτσι μειώνεται η πλημμυρική αιχμή.

Τέταρτον, οι λιμνοθάλασσες απορροφούν μεγάλη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Επίσης, έχουν την ικανότητα αποθήκευσης και απελευθέρωσης θερμότητας, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού και έτσι ουσιαστικά ρυθμίζεται και η θερμοκρασία των παρόχθιων περιοχών. [40]

Τέλος, οι λιμνοθάλασσες δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και στηρίζουν τα τροφικά πλέγματα, καθώς η υγροτοπική βλάστηση παρέχει στους ετερότροφους οργανισμούς τροφή και χώρο για καταφύγιο, φώλιασμα και αναπαραγωγή.[40] Έτσι διατηρούνται τα τροφικά πλέγματα, γεγονός σημαντικό, εφόσον είναι αρκετά περίπλοκα, περισσότερο από τα αντίστοιχα των χερσαίων οικοσυστημάτων και των βαθιών νερών.

Η ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας και γενετικού υλικού είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, δηλαδή της ποικιλίας των ειδών και των ενδιαιτημάτων.[41] Αυτό συνιστά απαραίτητη προϋπόθεση για τη βελτίωση καλλιεργούμενων φυτών, αγροτικών ζώων και μικροοργανισμών, για την επιστημονική πρόοδο, για την ιατρική, για πολλές τεχνολογικές καινοτομίες και για την ομαλή λειτουργία πολλών οικονομικών δραστηριοτήτων στις οποίες χρησιμοποιούνται ζωντανοί οργανισμοί. [29]

Όλες οι παραπάνω λειτουργίες των λιμνοθαλασσών, τους προσδίδουν αξίες ιδιαίτερα σημαντικές για το περιβάλλον και για τον άνθρωπο.[41] Η πρώτη αξία είναι η βιολογική, λόγω της μεγάλης βιοποικιλότητας των λιμνοθαλασσών. Δεύτερον, η υδρευτική αξία, δηλαδή η αξία των λιμνοθαλασσών για πόσιμο νερό, αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία, λόγω της εξάντλησης ή και της αλάτωσης των υπόγειων νερών. Τρίτον, οι λιμνοθάλασσες παρέχουν νερό για άρδευση, για την εξασφάλιση ποσοτικά μεγαλύτερης και ποιοτικά καλύτερης απόδοσης των καλλιεργειών. Τέταρτον, οι λιμνοθάλασσες, λόγω της αντιπλημμυρικής τους ιδιότητας, προστατεύουν τα καλλιεργούμενα φυτά και τους οικισμούς από τις πλημμύρες, που μπορεί να οφείλονται σε ποταμούς ή χειμάρρους ή και στη θάλασσα, όπου συναντώνται μεγάλα κύματα και πλημμυρίδες. Πέμπτον, είναι σημαντική και η κτηνοτροφική αξία των παρόχθιων υγροτοπικών εκτάσεων, καθώς προσφέρουν πλούσια βοσκήσιμη ύλη και μεγάλη περίοδο βλάστησης.[40] Έτσι, συντηρούν θηράματα και να δίνουν τροφή σε αγροτικά ζώα και στους οργανισμούς της γειτονικής θαλάσσιας ζώνης.[29,40]

Έκτον, οι υφάλμυρες λιμνοθάλασσες και οι λίμνες έχουν αλιευτική αξία, λόγω της μεγάλης παραγωγής αλιευμάτων, που οφείλεται στο ότι είναι χώροι αναπαραγωγής, χώροι για διαχείμανση και γενικά οικοσυστήματα με πολύ υψηλή παραγωγικότητα.[40] Έτσι, οι λιμνοθάλασσες είναι περιοχές εκτροφής ψαριών.[29] στην Ελλάδα υπάρχουν 72 λιμνοθάλασσες, κυρίως στο βόρειο και το δυτικό τμήμα, όπου γίνεται αλιευτική διαχείριση με παραδοσιακές μεθόδους και με σεβασμό στην προστασία και στη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Το ΙΝΑΛΕ (ινστιτούτο αλιευτικής έρευνας, Καβάλα) προσπαθεί τα τελευταία χρόνια να προβάλλει και να προωθήσει τα αλιευτικά προϊόντα των λιμνοθαλασσών, με σημαντικότερο κίνητρο τη στήριξη των ψαράδων των λιμνοθαλασσών, που επιτελούν έργο ως προς την αλιευτική αξιοποίηση των εσωτερικών υδάτων της χώρας μας και τη διατήρηση των λιμνοθαλασσών ως πολύτιμα περιβαλλοντικά οικοσυστήματα για τον άνθρωπο. [42] Έβδομον, όλοι οι υγρότοποι μπορούν και βελτιώνουν την ποιότητα του νερού, λόγω της λειτουργίας τους ως παγίδες

φερτών υλικών και ρύπων από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που διεξάγονται στο εσωτερικό τους και στις γύρω περιοχές, αλλά επιπλέον γιατί μπορούν και απαλλάσσουν το νερό από ανεπιθύμητες ουσίες. Όγδοον, χρησιμοποιούνται ως χώροι αναψυχής, εφόσον είναι τοπία που είναι όμορφα για φωτογραφίες, για παρατήρηση πουλιών και φυτών, για ερασιτεχνική αλιεία και για αθλήματα. Ένατον, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η πολιτιστική αξία των λιμνοθαλασσών, καθώς συνδέονται με τη μυθολογία, την ιστορία και τη λαογραφία. Σε κάποιους υγρότοπους μάλιστα υπάρχουν αρχαιολογικά μνημεία και παραδοσιακοί οικισμοί. Σημαντική είναι και η κλιματική αξία, καθώς οι ζημιές που προκαλούν οι παγετώνες και οι καύσωνες στα καλλιεργούμενα φυτά είναι μειωμένες, όταν αυτά βρίσκονται κοντά σε υγρότοπους. Επίσης, οι λιμνοθάλασσες έχουν επιστημονική και εκπαιδευτική αξία, καθώς η ποικιλία των φυσικών γνωρισμάτων, η ποικιλότητα των ειδών, η ομορφιά των υδρόβιων πουλιών και οι ποικίλες χρήσεις, κάνουν τους υγρότοπους ελκυστικούς χώρους για έρευνα και εκπαίδευση. Τέλος, οι λιμνοθάλασσες έχουν αντιδιαβρωτική αξία, υδροηλεκτρική αξία, αμμοληπτική αξία, θηραματική αξία και αλατοληπτική αξία.[41,40]

Η αποκατάσταση των λιμνοθαλασσών και γενικότερα των υγροτόπων είναι δύσκολη. Παρόλα αυτά, υπάρχουν τρόποι πρόληψης της καταστροφής τους, όπως για παράδειγμα αυστηροί κανονισμοί για το κυνήγι και την αλιεία, επιλεγμένες μέθοδοι γεωργίας και κτηνοτροφίας στη γύρω περιοχή, καθώς και δημιουργία ειδικών χώρων εναπόθεσης απορριμμάτων και βιολογικού καθαρισμού του νερού.[40]

Η Ελλάδα είναι μία χώρα πολύ πλούσια σε υγρότοπους. Ειδικά τα δέλτα των ποταμών, οι λιμνοθάλασσες και τα έλη είναι πολύτιμοι υγρότοποι, καθώς παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλότητα φυτικών και ζωικών οργανισμών. Η απογραφή των υγροτόπων της χώρας μας, που πραγματοποιήθηκε το 1993 από το Ελληνικό Κέντρο βιοτόπων-υγροτόπων, σε συνεργασία με το τμήμα φυσικού περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ, αποκάλυψε ότι υπάρχουν 378 υγρότοποι στη χώρα μας, συνολικής έκτασης 2 εκατομμυρίων στρεμμάτων. [40]

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα γίνεται προσπάθεια για την αναγνώριση της σημασίας των λιμνοθαλασσών της χώρας. Η αειφορική διαχείριση βέβαια είναι δύσκολη και απαιτεί πολύ χρόνο μέχρι να πραγματοποιηθεί. Όμως ήδη γίνονται πολλές προσπάθειες, που έχουν ως στόχο τη διατήρηση και τη διαχείριση των οικοσυστημάτων των λιμνοθαλασσών. [29]

16. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ

16.1 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Μέχρι τα μέσα του 20ου αιώνα, οι λιμνοθάλασσες και ιδιαίτερα της Μεσογείου, συνιστούσαν χώρους μειωμένου οικονομικού ενδιαφέροντος, λόγω της ελονοσίας που μάστιζε τις γύρω περιοχές και επειδή η μόνη εφικτή αναπτυξιακή δραστηριότητα ήταν η εκτατική υδατοκαλλιέργεια. Έτσι, πολλές λιμνοθάλασσες αποξηράνθηκαν και αποδόθηκαν στη γεωργία. Η ανάπτυξη νέων τεχνικών υδατοκαλλιέργειας (εικόνα 16.1.1) οδήγησε σε εντατικές και ημιεντατικές μορφές εκμετάλλευσης των

λιμνοθαλασσών, όσο γίνεται συμβατές με τη διατήρηση της οικολογικής αξίας τους. [30,39]

Επίσης, με το πέρασμα των χρόνων, η αστική ανάπτυξη, οι αγροτικές διεργασίες, οι βιομηχανικές δραστηριότητες και η ίδρυση των τουριστικών εγκαταστάσεων στις ακτές των λιμνοθαλασσών άρχισαν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις, λόγω των ρύπων που καταλήγουν στο εσωτερικό τους.[43,44] Επιπλέον, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και οι παραβάσεις της αλιευτικής νομοθεσίας συντελούν στην εξάλειψη πολλών ειδών και στη μείωση της ιχθυοπανίδας. [45,46] Έτσι, σήμερα, η περιβαλλοντική υποβάθμιση των λιμνοθαλασσών οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις ανθρώπινες παρεμβάσεις στο εσωτερικό και στις γύρω περιοχές και σε μικρότερο βαθμό σε φυσικές διεργασίες.



Εικόνα 16.1.1: υδατοκαλλιέργειες σε λιμνοθάλασσες [39]

Οι λιμνοθάλασσες δεν κινδυνεύουν μόνο από την αποξήρανση. Η διευθέτηση της ροής των ποταμών, με την κατασκευή φραγμάτων, οδηγεί στη μείωση των φερτών υλικών στην εκβολή. Έτσι, η δυναμική ισορροπία μεταξύ προσφοράς από τον ποταμό και διευθέτησης από τη θάλασσα καταρρέει, οι αμμολωρίδες διαβρώνονται και η λιμνοθάλασσα τείνει να μετατραπεί σταδιακά σε κόλπο, χάνοντας τα ιδιαίτερα φυσικά και βιολογικά χαρακτηριστικά της. Το φαινόμενο αυτό είναι πολύ συχνό στις Μεσογειακές λιμνοθάλασσες και αντιμετωπίζεται συνήθως με έργα προστασίας των αμμολωρίδων από τη διάβρωση. Η διατήρηση όμως των λιμνοθαλασσών ως σημείων ιδιαίτερου οικονομικού και οικολογικού ενδιαφέροντος, δεν πρέπει να εξασφαλίζεται με εκ των υστέρων διορθωτικές παρεμβάσεις, αλλά με ορθολογικό σχεδιασμό της αξιοποίησης των ευρύτερων λεκανών απορροής όπου εντάσσονται.[39]

Τέλος, οι κλιματικές αλλαγές, η διάβρωση, που προκαλεί διαταραχή στο ιζηματολογικό ισοζύγιο, και η εισαγωγή ξενικών ειδών είναι φυσικές διεργασίες που οδηγούν και αυτές στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος της λιμνοθάλασσας.[30,39]

16.2 ΡΥΠΟΙ [31]

Οι ρύποι των υδάτινων συστημάτων διακρίνονται στους συμβατικούς ρύπους, στους μη συμβατικούς ρύπους, στους θερμικούς ρύπους και στα μικρόβια. Στα επόμενα κεφάλαια περιγράφονται αναλυτικά οι κατηγορίες αυτές. Οι ρύποι μεταφέρονται στους φυσικούς αποδέκτες είτε μέσω της ατμόσφαιρας είτε με την απ' ευθείας διάθεση των υγρών αποβλήτων, τα οποία είτε έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία είτε όχι. Ο βαθμός ευαισθησίας των επιφανειακών υδάτων στους ρύπους εξαρτάται από τη δυνατότητα ανανέωσής τους. Για παράδειγμα, οι λίμνες έχουν πολύ μικρή δυνατότητα ανανέωσης

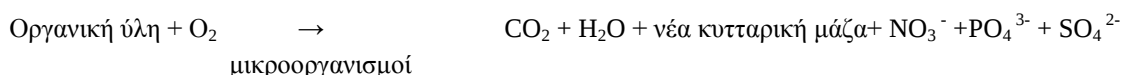
των νερών τους και για το λόγο αυτό είναι πολύ πιο ευαίσθητοι αποδέκτες απ' ό τι τα ποτάμια και οι θάλασσες. Το υδάτινο περιβάλλον μέσω κάποιων μηχανισμών, αντιδρά στη ρύπανση και προσπαθεί να επανέλθει στην προηγούμενη κατάστασή του. Τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα στον αυτοκαθαρισμό του νερού είναι οι μηχανισμοί ανακύκλωσης της ύλης. Οι μηχανισμοί αυτοί μπορεί να είναι φυσικοί, όπως η διάλυση, η καθίζηση, η προσρόφηση, η απορρόφηση, η ιοντοανταλλαγή, και η διάβρωση. Μπορεί να είναι χημικοί, όπως η οξειδοαναγωγή, η υδρόλυση, η συμπλοκοποίηση, η καταβύθιση, και η συσσωμάτωση. Μπορεί τέλος να είναι βιολογικοί, όπως η βακτηριακή αποσύνθεση των διαλυτών ουσιών, η κατανάλωση από ανώτερους οργανισμούς και η κατανάλωση από φυτικούς και ζωικούς μικροοργανισμούς.

16.3 ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ [31]

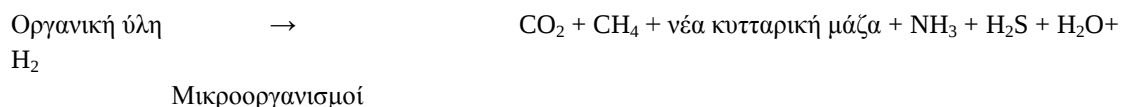
Οι συμβατικοί ρύποι είναι ουσίες που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η οργανική ύλη, ενώσεις του αζώτου, όπως τα αμμωνιακά (NH_4^+), τα νιτρώδη (NO_2^-) και τα νιτρικά άλατα (NO_3^-) και ενώσεις του φωσφόρου, με βασικότερη τα φωσφορικά άλατα (PO_4^{3-}). Όλες αυτές οι ουσίες αυτές μπορεί να περιέχονται σε απόβλητα σημειακών πηγών ρύπανσης, όπως είναι οι αστικές, οι βιομηχανικές, οι γεωργικές, οι κτηνοτροφικές διεργασίες. Επιπλέον, τέτοιες ουσίες περιέχονται και στα απόβλητα μη σημειακών πηγών, όπως οι επιφανειακές απορροές από υπερλιπασμένες γεωργικές εκτάσεις. Γενικότερα πάντως η αυξημένη συγκέντρωση των συμβατικών ρύπων στα φυσικά νερά προκαλείται ρύπανση του υδατικού οικοσυστήματος.

16.3.1 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΥΛΗ [31]

Η παρουσία οργανικών ουσιών στα φυσικά νερά δείχνει καταρχήν τη φυσική αποικοδόμηση των υλικών φυτικής και ζωικής προέλευσης. Η διαδικασία ξεκινά με τις οργανικές ουσίες που αποτελούν τη βασική τροφή των ετεροτροφικών (χημικοσυνθετικών) μικροοργανισμών, οι οποίοι τις διασπούν καταναλώνοντας το διαλυμένο οξυγόνο για την επιβίωσή τους. Η αερόβια διάσπαση της οργανικής ύλης παρίσταται ως εξής:



Αντίστοιχα η αναερόβια διάσπαση της οργανικής ύλης παρίσταται ως εξής:



Η ποσότητα του οξυγόνου που χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς για την αερόβια οξείδωση της οργανικής ύλης ονομάζεται Βιοχημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand- BOD) και μετρείται σε mg O₂/L.

Όμως, κάποιες φορές η παρουσία οργανικών ενώσεων στο νερό είναι και δείκτης ρύπανσης από αστικές, αγροτικές και βιομηχανικές δραστηριότητες. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι υψηλές συγκεντρώσεις οργανικής ύλης στο νερό προκαλούν αύξηση της μάζας των μικροοργανισμών και συνεπώς ταχύτερη κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου. Αν αυτή η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα οξυγόνωσης, τότε η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου μειώνεται και έτσι συμβαίνει αποξυγόνωση του νερού. Αποξυγόνωση του νερού μπορεί να συμβεί και κατά τη διαδικασία της νιτροποίησης, όταν ο αερισμός του νερού είναι ανεπαρκής. Άρα, η οργανική ύλη μπορεί να συνιστά ρύπο, γιατί μπορεί να προκαλέσει αποξυγόνωση του νερού, γεγονός που οδηγεί σε μείωση ή ακόμα και σε εξαφάνιση των ειδών των υδρόβιων οργανισμών.

16.3.2 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΑΛΑΤΑ [31]

Το αμμωνιακό άζωτο (N-NH₄⁺) και το νιτρικό άζωτο (N-NO₃⁻) συνιστούν ρύπους των επιφανειακών και των υπόγειων νερών, προερχόμενοι από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και περιέχονται στα αστικά λύματα, όπως τα περιττώματα και τα απορρυπαντικά, στα κτηνοτροφικά απόβλητα, στα βιομηχανικά απόβλητα και στα λιπάσματα των αγροτικών διεργασιών, τα οποία, με απόπλυση των καλλιεργούμενων εκτάσεων καταλήγουν στα υδάτινα συστήματα.

Είναι γνωστό ότι τα φρέσκα λύματα περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις αμμωνιακού και οργανικού αζώτου, το οποίο μετατρέπεται σε αμμωνία και στη συνέχεια σε νιτρικά ιόντα. Η αμμωνία (NH₃) είναι ιδιαίτερα τοξική για τα ψάρια και επιπλέον οι υψηλές συγκεντρώσεις των νιτρικών (NO₃⁻) στο πόσιμο νερό μπορούν να προκαλέσουν νιτρική κυάνωση στον άνθρωπο και ιδιαίτερα στα παιδιά, η οποία παρεμποδίζει τη μεταφορά του οξυγόνου από το αίμα προς τους υπόλοιπους ιστούς του οργανισμού.

Επιπλέον, τα θρεπτικά άλατα του αζώτου (αμμωνιακά NH₄⁺, νιτρώδη NO₂⁻, νιτρικά NO₃⁻), όπως και του φωσφόρου (φωσφορικά PO₄³⁻) έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα των νερών των φυσικών αποδεκτών. Ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα είναι ο ευτροφισμός, που οφείλεται σε υπέρμετρη αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας μίας υδάτινης μάζας, με δυσμενή αποτελέσματα στα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των νερών και της χρήσης τους. Ως πρωτογενής παραγωγικότητα ορίζεται η φυτική βιομάζα, δηλαδή το φυτοπλαγκτόν, η υδρόβια και υδροχαρής βλάστηση. Σε μικρότερο βαθμό, ο ευτροφισμός μπορεί να οφείλεται και σε φυσικούς παράγοντες, οι οποίοι μπορεί να είναι γεωγραφικοί, γεωμορφολογικοί, κλιματολογικοί, μορφομετρικοί και υδροδυναμικοί.

Το φαινόμενο του ευτροφισμού αποτελεί πολύ σοβαρή διαταραχή των υδατικών οικοσυστημάτων με πολλές δυσμενείς συνέπειες για το οικοσύστημα, όπως η αποξυγόνωση, η μείωση της διαφάνειας και η δυσοσμία του νερού. Τα συμπτώματα, με

τα οποία εμφανίζεται ο ευτροφισμός είναι η «άνθηση» του φυτοπλαγκτού, την άνοιξη και το φθινόπωρο, η υπέρμετρη ανάπτυξη υδρόβιων μακρόφυτων, οι χαμηλές τιμές διαλυμένου οξυγόνου τις πρώτες πρωινές ώρες της ημέρας ιδίως τους ζεστούς μήνες του έτους και συχνά η δυσοσμία. Όταν συμβαίνει αυτό το φαινόμενο, η πυκνότητα του νερού αυξάνει, επηρεάζονται οι χρήσεις του, όπως η πόση και η αναψυχή, ενώ δημιουργούνται προβλήματα στη μεταφορά του νερού, επειδή συχνά δημιουργούνται εμφράξεις στις σωληνώσεις. Η ιχθυοπαραγωγή συχνά αυξάνει, αλλά μειώνεται η ποικιλία των ειδών.

Ο έλεγχος μίας περιοχής για τον ευτροφισμό διαπιστώνεται με φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς δείκτες. Στους φυσικούς δείκτες ανήκουν η μείωση του μέσου βάθους του υδάτινου οικοσυστήματος και η μείωση της διαφάνειας του νερού. Στους χημικούς δείκτες ανήκουν η έλλειψη οξυγόνου στον πυθμένα, ο υπερκορεσμός του οξυγόνου στην επιφάνεια της υδάτινης στήλης, η αύξηση του ανόργανου αζώτου και του φωσφόρου, η αύξηση του ολικού αζώτου και του φωσφόρου, η αύξηση του λόγου N / P και η μεταβολή του pH του νερού. Στους βιολογικούς δείκτες ανήκουν η μείωση της ποικιλίας των βενθικών και των φυτοπλαγκτονικών ειδών, η αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας, η αύξηση της βιομάζας των φυκιών και της χερσαίας βλάστησης και η αύξηση της πυκνότητας των βακτηρίων.

16.4 ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

Στους μη συμβατικούς ρύπους του νερού ανήκουν καταρχήν τα βαρέα μέταλλα, όπως τα Cd, Cr, Hg, Pb, Ni, Cu, Zn. Επιπλέον, εδώ ανήκουν και οι οργανικές ενώσεις που είναι τοξικές, δηλαδή οι συνθετικές οργανικές ενώσεις, όπως τα παρασιτοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τα ζιζανιοκτόνα, οι οποίες περιέχουν VOCs, HC, PCBs, PCDDs, PBDEs, THM, PAHs). Τέλος, στους μη συμβατικούς πόρους ανήκουν και κάποιες τοξικές ουσίες, όπως το αρσενικό (As), τα θειούχα (S²⁻), τα κυανιούχα (CN⁻) και τα ραδιενεργά υλικά. [31]

16.4.1 ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ [31]

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, υπάρχουν πολλοί μη συμβατικοί ρύποι που μπορεί να καταλήγουν στα υδάτινα οικοσυστήματα. Οι πιο συνηθισμένοι από αυτούς είναι οι μεταβολές της οξύτητας του νερού, τα βαρέα μέταλλα, οι τοξικές οργανικές ενώσεις, το αρσενικό (As), τα θειούχα (S²⁻), τα κυανιούχα (CN⁻) και τα ραδιενεργά στοιχεία.

Οι τοξικές οργανικές ενώσεις είναι οι ουσίες που έχουν συντεθεί από τον άνθρωπο για διάφορες χρήσεις. Οι σπουδαιότερες είναι τα παρασιτοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τα ζιζανιοκτόνα, τα οποία καταλήγουν στο νερό λόγω της ευρείας χρήσης τους στη γεωργία και στη βιομηχανία, οι διοξίνες, που παράγονται εκεί όπου διεξάγονται καύσεις ή διεργασίες με χλώριο, οι υδρογονάνθρακες του πετρελαίου, οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's), οι φαινόλες, οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH's) και τα τριαλογονομεθάνια (Tri-

Halo-Methanes, THM), τα οποία συνήθως σχηματίζονται κατά την προαπολύμανση του νερού και κατά την απολύμανση των υγρών αποβλήτων.

Τα στοιχεία και οι τοξικές αυτές ενώσεις χαρακτηρίζονται από σημαντική βιολογική δράση. Έχουν μεγάλο χρόνο υποδιπλασιασμού και πολλές απ' αυτές βιοσυσσωρεύονται προκαλώντας σοβαρές ασθένειες. Οι περισσότερες είναι καρκινογόνες και τερατογόνες και συνιστούν τεράστιο κίνδυνο για το περιβάλλον. Οι συνέπειες της τοξικότητάς τους εξαρτώνται από τη συγκέντρωση του στοιχείου ή της ουσίας, από τη φύση της και από τη χημική σύσταση του περιβάλλοντός της. Όσον αφορά στον τελευταίο παράγοντα ειδικά, η παρουσία χημικών ουσιών στο εσωτερικό του οργανισμού, τα γενετικά χαρακτηριστικά, το στάδιο ανάπτυξης και η φυσιολογία του ατόμου επηρεάζουν την τοξικότητα μίας ουσίας στον οργανισμό.

Για τη μείωση της τοξικότητας κάποιοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες όπως το DDT, που είχε χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, έχουν αντικατασταθεί με οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά, τα οποία είναι μεν τοξικά, αλλά είναι ασταθή και έτσι δεν συγκεντρώνονται στην τροφική αλυσίδα και δεν έχουν την τάση να προκαλούν μακροπρόθεσμες βλάβες στους οργανισμούς.

Όσον αφορά στα οξέα και τις βάσεις που ευθύνονται για τις αλλαγές της οξύτητας (pH) του νερού, προέρχονται κατά κανόνα από τη βιομηχανία. Επίσης είναι γνωστό και το φαινόμενο της όξινης βροχής, η οποία περιέχει θειικό οξύ (H_2SO_4) και νιτρικό οξύ (HNO_3), που προέρχονται από τα οξείδια του θείου και του αζώτου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η όξινη βροχή έχει γίνει αιτία καταστροφής λιμναίων οικοσυστημάτων. Όλοι σχεδόν οι υδρόβιοι αλλά και οι χερσαίοι οργανισμοί δεν μπορούν να ανεχθούν τιμές pH του νερού κάτω από 6,0 ή πάνω από 8,5, άρα το pH του νερού πρέπει να είναι ουδέτερο. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει το περιβαλλοντικό πρόβλημα της όξινης βροχής.

16.4.2 ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα μέταλλα εισέρχονται στα υδάτινα οικοσύστημα τόσο από φυσικές διαδικασίες όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Στις φυσικές διαδικασίες ανήκει η διάβρωση των πετρωμάτων και η ηφαιστειακή δραστηριότητα. Στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες ανήκει η εξόρυξη ορυκτών και η βιομηχανία, με κύριες πηγές τα διυλιστήρια πετρελαίου, τη χαλυβουργία, την παραγωγή λιπασμάτων, τα πετροχημικά και την παραγωγή χημικών και χρωμάτων. Ως βαρέα μέταλλα θεωρούνται τα στοιχεία που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο ή ίσο των 5 g cm^{-3} όπως ο μόλυβδος (Pb), το κάδμιο (Cd) και ο υδράργυρος (Hg). Τα μέταλλα αυτά μπορούν να χαρακτηρισθούν ως γενικοί τοξικοί ρύποι, εφόσον βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, στο νερό, στο έδαφος και συχνά διακινούνται από το ένα τμήμα της βιόσφαιρας στο άλλο. Στους μη συμβατικούς ρύπους του νερού περιλαμβάνονται και ελαφρύτερα στοιχεία όπως αργίλιο (Al) και βηρύλλιο (Be) και μεταλλοειδή όπως αρσενικό (As), σελήνιο (Se) και αντιμόνιο (Sb). Ορισμένα από τα μέταλλα, όπως ο σίδηρος (Fe) και το τρισθενές χρώμιο (Cr^{3+}), αποτελούν απαραίτητα ιχνοστοιχεία για τον ανθρώπινο οργανισμό ενώ άλλα, όπως ο υδράργυρος (Hg), το κάδμιο (Cd), ο μόλυβδος (Pb), το νικέλιο (Ni) και το αρσενικό

(As), παρουσιάζουν πολύ υψηλή τοξικότητα ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η τοξικότητά τους διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του μετάλλου και τη μορφή με την οποία είναι διαθέσιμα στο περιβάλλον. [31,45]

Το κάδμιο (Cd) που εισέρχεται στα υδάτινα σώματα προέρχεται κυρίως από εργασίες επιμεταλλώσεων. Άλλες δραστηριότητες όπως η παραγωγή μπαταριών και πλαστικών, η εξόρυξη μεταλλευμάτων και η καύση υγρών και στερεών καυσίμων που περιέχουν κάδμιο τροφοδοτούν άμεσα ή έμμεσα τα υδάτινα σώματα με κάδμιο. Σχετικά μικρές τιμές πρόσληψης Cd για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές συγκεντρώσεις καδμίου στα νεφρά λόγω του μεγάλου χρόνου υποδιπλασιασμού του, με αποτέλεσμα σοβαρή ζημιά στη νεφρική λειτουργία. Εξίσου σοβαρή είναι η τοξικότητα του Cd στα ψάρια ενώ η μεγάλη κινητικότητά του δια μέσου της τροφικής αλυσίδας επιβάλλει πάρα πολύ χαμηλές επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις σε όλες τις κατηγορίες των νερών, πόσιμων, αρδευτικών κ.λ.π. [31]

Ο μόλυβδος (Pb) εισέρχεται στα υδάτινα σώματα με κατακρήμνιση από την ατμόσφαιρα, με τη διάβρωση εδαφών, την έκπλυση των δρόμων και με ποικιλία βιομηχανικών κυρίως, υγρών αποβλήτων. Είναι το μόνο βαρύ μέταλλο που η συγκεντρώσή του στις θάλασσες έχει αυξηθεί σοβαρά εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Οι μολυβδοσωλήνες θεωρούνται επίσης τροφοδότες του νερού με μόλυβδο. Ο τετρααιθυλιούχος μόλυβδος ($(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$), που υπήρχε στη βενζίνη θεωρείται τοξικότερος και κινητικότερος από το στοιχειακό. Η χρήση της αμόλυβδης βενζίνης από τα καταλυτικά αυτοκίνητα περιορίσε πολύ τις εκπομπές μολύβδου. Ο μόλυβδος προκαλεί βλάβες στον άνθρωπο που εκδηλώνονται στο μυαλό και στο νευρομυϊκό, στο κυκλοφοριακό και στο πεπτικό σύστημα με συμπτώματα την απώλεια όρεξης, την αδυναμία και την απάθεια. Στα παιδιά παρατηρείται μείωση της διανοητικής ικανότητας. [45]

Ο υδράργυρος (Hg) χρησιμοποιείται στην παραγωγή χλωρίου και καυστικής σόδας, στη βιομηχανία ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, στην παρασκευή χρωμάτων και οδοντιατρικών αμαλγαμάτων, στη χαρτοβιομηχανία, στην παραγωγή γεωργικών μυκητοκτόνων κ.α. Ο ανόργανος Hg είναι τοξικός αλλά όχι τόσο όσο ο οργανικός υδράργυρος. Η κυριότερη αιτία είναι ότι δεν συγκεντρώνεται στους τροφικούς ιστούς. Ιδιαίτερα τοξικός είναι ο οργανικός υδράργυρος, κυρίως με τη μορφή του μεθυλδραργύρου (CH_3Hg^+) ο οποίος έχει χρόνο υποδιπλασιασμού 70 ημερών στο ανθρώπινο σώμα και συγκεντρώνεται στους τροφικούς ιστούς των οικοσυστημάτων. Σημειώνεται ότι και ο ανόργανος υδράργυρος των πυθμενικών αποθέσεων των υδάτινων σωμάτων μπορεί να μετατραπεί σε οργανικό με τη βοήθεια των μικροοργανισμών. Μέσω της τροφικής αλυσίδας ο υδράργυρος καταλήγει στα ερυθρά αιμοσφαίρια και στο νευρικό σύστημα και προσβάλλει εκλεκτικά τα νευρικά κύτταρα. [31,45]

Τα φυτοτοξικά στοιχεία αποτελούν επίσης έναν μη συμβατικό ρύπο του νερού. Προέρχονται κυρίως από τα βιομηχανικά και τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Στην κατηγορία αυτή ξεχωρίζουν τα φυτοτοξικά μέταλλα, όπως ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu) και το νικέλιο (Ni). Τα στοιχεία αυτά έχουν ανιχνευτεί στο αρδευτικό νερό και στην ιλύ που χρησιμοποιείται στη γεωργία. Η τοξική τους δράση, όπως και άλλων μετάλλων, εξαρτάται από το pH του νερού και άλλα χαρακτηριστικά του εδάφους. Για

pH < 6,5 τα περισσότερα μέταλλα είναι διαλυμένα και συνεπώς ευκολότερα προσλήψιμα από τα φυτά. Επίσης και το άζωτο σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να είναι φυτοτοξικό για ορισμένες καλλιέργειες όπως τα ζαχαρότευτλα και το βαμβάκι. Επιβλαβείς μπορεί να είναι επίσης οι υψηλές συγκεντρώσεις του βορίου (B) στο αρδευτικό νερό. Με δεδομένο ότι το βόριο και ιδιαίτερα το άζωτο έχουν σημαντική παρουσία στα αστικά λύματα καθιστούν αναγκαία την προσεκτική εξέτασή τους όταν σχεδιάζεται η χρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση. [31]

16.5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ [31]

Θερμική ρύπανση είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτινων σωμάτων εξαιτίας της αποχέτευσης θερμών αποβλήτων, συνήθως νερού ψύξης ενεργειακών σταθμών και άλλων εργοστασίων και αυτό δημιουργεί δυσάρεστες και μη ανεκτές καταστάσεις για το υδάτινο οικοσύστημα. Με την άνοδο της θερμοκρασίας, αφ' ενός μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό, αφ' ετέρου, λόγω αυξημένου ρυθμού μεταβολισμού, αυξάνεται ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου από τους ποικιλόθερμους υδρόβιους οργανισμούς. Με τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν θεσπιστεί κανονισμοί οι οποίοι δεν επιτρέπουν την απόρριψη θερμών αποβλήτων στα γλυκά επιφανειακά νερά προστατεύοντάς τα από την ανύψωση της θερμοκρασίας.

16.6 ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ [31]

Τέλος, σημαντική πηγή επιβάρυνσης των υδάτινων σωμάτων με παθογόνους μικροοργανισμούς, δηλαδή μικροβιακή μόλυνση του νερού, είναι τα αστικά και κτηνοτροφικά απόβλητα, που περιέχουν περιττώματα ανθρώπων και ζώων. Οι πιο σημαντικοί παθογόνοι μικροοργανισμοί του νερού είναι τα βακτήρια της χολέρας του τύφου, της δυσεντερίας, (*Vibrio cholerae*, *Salmonella* sp, *Campylobacter* sp, *Shigella* sp, *Staphylococcus aureus*) καθώς και κάποιοι ιοί, κυρίως ο ιός της λοιμώδους ηπατίτιδας και ο ιός της πολυομυελίτιδας (norovirus hepatitis A, rotavirus, enterovirus) και πρωτόζωα (*amoebae Naegleria fowleri*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*).

17.ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ

17.1 ΔΡΑΣΕΙΣ [47]

Η διαχείριση των λιμνοθαλασσών περιλαμβάνει δράσεις προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος και της διατήρησης της βιοποικιλότητας, δράσεις παρακολούθησης και δράσεις αποκατάστασης.

Καταρχήν, οι δράσεις προστασίας και διατήρησης της βιοποικιλότητας είναι απαραίτητες τη σημερινή εποχή, καθώς ο ρυθμός απώλειας της βιοποικιλότητας είναι ραγδαίος. Για την προστασία και τη διατήρησή της και για τη συνετή χρήση των

φυσικών πόρων λοιπόν, η διαχείριση θα πρέπει να σχεδιάζεται λαμβάνοντας υπόψη τα ενδιαφέροντα, τις χρήσεις και τις ασκούμενες πιέσεις. Η διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών απαιτεί συνεχή αναζήτηση όλο και περισσότερο αποτελεσματικών τρόπων για τη μείωση των κινδύνων που απειλούν τη φύση και για την αύξηση των ωφελειών προς τον άνθρωπο. Η διαχείριση των υδατικών και εδαφικών πόρων στις λεκάνες απορροής θα πρέπει, σύμφωνα με την Οδηγία για τα Ύδατα, να αποτρέπει την περαιτέρω υποβάθμιση και επιπλέον να συμβάλλει στην προστασία και τη βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων και των άμεσα εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων. Η ποσοτικοποίηση της αλληλεπίδρασης των υδατικών και εδαφικών πόρων μιας λεκάνης απορροής με τις βιοκοινότητές της αποτελεί από τα πρώτα βήματα σε κάθε προσπάθεια αειφορικής διαχείρισής τους.

Όσον αφορά στην παρακολούθηση (monitoring) των λιμνοθαλασσών, θεωρείται μια διαχρονική διαδικασία παρατήρησης και καταγραφής διαφόρων παραμέτρων, με την οποία ελέγχεται η εφαρμογή των μέτρων που λαμβάνονται, η αποτελεσματικότητά τους και η κατάσταση διατήρησης των οικοσυστημάτων. Συνήθως περιλαμβάνει συστηματική επιστημονική έρευνα, όπως την μέτρηση αφθονίας των ειδών και την καταγραφή της γεωγραφικής τους εξάπλωσης, ή την καταγραφή της ποιότητας των υδάτων μίας λιμνοθάλασσας, καθώς και χρήση σύγχρονων τεχνικών τηλεπισκόπησης για την παρακολούθηση της δυναμικής των οικοσυστημάτων.

Τέλος, οι δράσεις αποκατάστασης ενισχύουν τη θετική αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και φύσης, εξασφαλίζοντας ένα καλό μέλλον και για τις δύο πλευρές. Η αποκατάσταση σχετίζεται με την αναχαίτιση της τάσης υποβάθμισης των οικοσυστημάτων, στην αναβάθμιση και ανόρθωση των λειτουργιών τους και σε μερικές περιπτώσεις και στην αναδημιουργία των οικοσυστημάτων. Οι σκοποί της αποκατάστασης θα πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένοι σε σχέση με τις λειτουργίες του οικοσυστήματος, και οι προτεινόμενες λύσεις να είναι συμβατές με τις κοινωνικοοικονομικές απαιτήσεις, ώστε να μπορούν να οδηγήσουν σε σωστές πολιτικές αποφάσεις.

17.2 ΟΔΗΓΙΑ-ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΡΑ [48]

Από το Δεκέμβριο του 2000 ισχύει η Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο για τη διαχείριση των Υδάτων (Οδηγία 2000/60/EK), η οποία καθορίζει τις αρχές και προτείνει μέτρα για την διατήρηση όλων των υδάτων, δηλαδή των ποταμών, των λιμνών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων. Επίσης εισάγεται για πρώτη φορά η έννοια της οικολογικής σημασίας των υδάτων. Η εφαρμογή της Οδηγίας στοχεύει στην ολοκληρωμένη και αειφόρο διαχείριση των υδατικών πόρων, αφού για πρώτη φορά καλύπτονται όλοι οι τύποι και όλες οι χρήσεις του νερού, σε ενιαίο πλαίσιο, που είναι κοινό για όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Οδηγία περιλαμβάνει κοινές αρχές και κοινά μέτρα για όλα τα κράτη-μέλη, με στόχο την επίτευξη της καλής κατάστασης όλων των υδάτων. Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός της Οδηγίας είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων, το οποίο καταρχήν να αποτρέπει την περεταίρω επιδείνωση, να

προστατεύει και να βελτιώνει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων και των εξαρτώμενων χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων. Επιπλέον, προωθεί την βιώσιμη χρήση του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των υδατικών πόρων. Τρίτον, προωθεί την ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος. Τέταρτον διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και πέμπτον συμβάλλει στο μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες.

18.ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

18.1ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ [46]

Η συνθήκη Ραμσάρ για τους υγρότοπους διεθνούς σημασίας και για τα καταφύγια των υδρόβιων πουλιών προβλέπει την οριοθέτηση και την ορθολογική διαχείρισή τους. Επιβάλλει τη σύνταξη διαχειριστικών σχεδίων, αλλά δεν καθορίζει κυρώσεις. Αντίθετα, η τροποποίηση της Διεθνούς Σύμβασης της Βαρκελώνης και του Πρωτοκόλλου Προστασίας της Μεσογείου του 1980 θέτει περιορισμούς και διαδικασίες ελέγχου για τις δραστηριότητες που διεξάγονται στην παράκτια ή θαλάσσια περιοχή και για την προστασία από τη ρύπανση.

Η Σύμβαση της Βέρνης ορίζει τις βασικές προϋποθέσεις για τη διατήρηση των σημαντικών οικοτόπων στην Ευρώπη, στους οποίους περιλαμβάνονται και αυτοί των παράκτιων-παρόχθιων περιοχών. Έμμεσα, μέσω των οδηγιών 79/409/ΕΟΚ και 92/43/ΕΟΚ παρέχεται η δυνατότητα καθορισμού περιοχών και μέτρων ειδικής προστασίας για τη διατήρηση της άγριας πανίδας και των φυσικών οικοτόπων. Το σύνολο των περιοχών αυτών, χερσαίων και θαλάσσιων, αποτελεί το δίκτυο Natura 2000. Κάθε μέλος της ΕΕ είναι υποχρεωμένο να καταρτίσει εξειδικευμένες μελέτες διαχείρισης και οικιστικού ελέγχου των προστατευόμενων περιοχών.

Οι γενικοί εθνικοί νόμοι για την προστασία του περιβάλλοντος που λαμβάνουν ειδική μέριμνα για τις παράκτιες και θαλάσσιες περιοχές και για τα οικοσυστήματα, όπως ο Κώδικας Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου, το Προεδρικό Διάταγμα για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, ο νόμος για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από πλοία, όπως και οι νόμοι που κυρώνουν τη Σύμβαση της Βαρκελώνης, αποτελούν το βασικό νομικό πλαίσιο προστασίας του θαλάσσιου και του παράκτιου περιβάλλοντος.

18.2 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Καταρχήν, από το 1937, η Ελλάδα άρχισε να αναγνωρίζει περιοχές που έχουν ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον, όπως είναι τα δάση και οι υγρότοποι και να τις θέτει υπό καθεστώς προστασίας. Η πρώτη προσπάθεια που έγινε στόχευε στην απόλυτη προστασία των φυσικών περιοχών και στον αποκλεισμό των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Όμως στη συνέχεια, άρχισε να επικρατεί η αντίληψη ότι μία προστατευόμενη περιοχή μπορεί να συνδεθεί με την αειφορική χρήση των φυσικών πόρων.[29] Αυτό που ισχύει τώρα πια, είναι ότι ως προστατευόμενη περιοχή θεωρείται μία οριοθετημένη χερσαία ή υδάτινη έκταση, με ιδιαίτερα φυσικά, οικολογικά/τοπικά

χαρακτηριστικά, η οποία θεσμοθετείται ως αντικείμενο διαχείρισης για τη διατήρηση και την κατάλληλη αξιοποίησή τους. Η κήρυξη μίας περιοχής ως προστατευόμενη, διασφαλίζει την εξέλιξη και την ισορροπία των οικοσυστημάτων, καθώς και τη βελτίωση και αποδοτικότητα των φυσικών πόρων, ενώ συμβάλλει στη συγκράτηση των εδαφών, στην αντιμετώπιση της ρύπανσης και στη σταθερότητα του μικροκλίματος.[46]

Στην Ελλάδα οι φυσικές περιοχές χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενες είτε με βάση την ισχύουσα εθνική νομοθεσία, είτε με την ενσωμάτωσή τους στο πλαίσιο διεθνών συμβάσεων τις οποίες έχει κυρώσει η χώρα, είτε στο πλαίσιο Ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών. Επιπλέον, κάποιες προστατευόμενες περιοχές ανήκουν στην εφαρμογή «Σημαντικές περιοχές για την προστασία της φύσης». Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις, κάποιες περιοχές θεωρούνται ως προστατευόμενες τόσο σε εθνικό, όσο και σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο συγχρόνως ή σε δύο από αυτά συγχρόνως.[29]

Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία, έως το 1986, οι προστατευόμενες περιοχές χωρίστηκαν στις διάφορες κατηγορίες προστασίας σύμφωνα με τις διατάξεις του Δασικού Κώδικα, οι οποίες τελούνται υπό την έγκριση του υπουργού αγροτικής ανάπτυξης. Εξαίρεση αποτελούν τα καταφύγια άγριας ζωής, των οποίων ο χαρακτηρισμός ανήκει στην αρμοδιότητα του Γενικού Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας.[46] Οι Εθνικοί Δρυμοί, τα Αισθητικά Δάση και τα Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης προβλέπονται από τον Ν. 996/1971, ο οποίος αποτελεί μέρος του Ν. 86/1969 «Περί Δασικού Κώδικος». Τα Καταφύγια Άγριας Ζωής, οι Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές και τα Εκτροφεία θηραμάτων προβλέπονται από τον Ν. 177/75, όπως αυτός τροποποιήθηκε από τον Ν. 2637/1998. Σύμφωνα με τον Νόμο Πλαίσιο για το Περιβάλλον (Ν. 1650/86), ορίζονται πέντε κατηγορίες προστατευόμενων περιοχών: περιοχή απόλυτης προστασίας της φύσης, περιοχή προστασίας της φύσης, εθνικό πάρκο, προστατευόμενος φυσικός σχηματισμός και προστατευόμενο τοπίο, περιοχή οικοανάπτυξης. [29]

Οι κατηγορίες των προστατευόμενων περιοχών φυσικού περιβάλλοντος, σύμφωνα με την υφιστάμενη εθνική νομοθεσία, είναι οι Εθνικοί Δρυμοί (Ν. 996/71), τα Εθνικά Πάρκα (Ν. 1650/86), τα Αισθητικά Δάση (Ν. 996/71), τα Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης (Ν. 996/71), τα Καταφύγια Άγριας Ζωής, (Ν. 177/75, όπως αυτός τροποποιήθηκε από τον Ν. 2637/98), οι Ελεγχόμενες κυνηγετικές περιοχές (Ν. 177/75, όπως αυτός τροποποιήθηκε από τον Ν. 2637/98), τα Εκτροφεία θηραμάτων (Ν. 177/75, όπως αυτός τροποποιήθηκε από τον Ν. 2637/98), οι Περιοχές Προστασίας της Φύσης (Ν. 1650/86) Περιοχές Απόλυτης Προστασίας της Φύσης (Ν. 1650/86), τα Προστατευτικά Δάση (Ν. Δ 86/1969, όπως ισχύει), οι Προστατευόμενοι Φυσικοί Σχηματισμοί και Τοπία (Ν. 1650/86) και οι Περιοχές Οικοανάπτυξης (Ν. 1650/86). [29]

Στην πράξη, η κήρυξη προστατευόμενων περιοχών σύμφωνα με τις διατάξεις του Δασικού Κώδικα έχει ατονίσει, μετά την ψήφιση του Ν. 1650/1986, που εισήγαγε στο εθνικό δίκαιο τις κατηγορίες προστατευόμενων περιοχών της Διεθνούς Ένωσης για την Προστασία της Φύσης (IUCN).[46]

Στον πίνακα 18.2.1 φαίνονται τα Εθνικά Πάρκα και το εμβαδόν του καθενός, μετρημένο σε εκτάρια. Παρατηρούμε ότι οι λιμνοθάλασσες του Μεσολογγίου συνιστούν ένα προστατευόμενο εθνικό πάρκο.

Πίνακας 18.2.1: Εθνικά Πάρκα [29]

<i>Εθνικά Πάρκα</i>	<i>Εμβαδό (Εκτάρια)</i>
Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Αλοννήσου Βορείων Σποράδων	208.713
Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Ζακύνθου	13.500
Εθνικό Πάρκο Σχινιά-Μαραθώνα	1.382
Εθνικό Πάρκο Υγρότοπων των λιμνών Κορώνειας-Βόλβης και των Μακεδονικών Τεμπών	16.388
Εθνικό Πάρκο Βόρειας Πίνδου	
Εθνικό Πάρκο λιμνοθαλασσών Μεσολογίου-Αιτωλικού, κάτω ρου και εκβολών ποταμών Αχελώου και Ευήνου και νήσων Εχινάδων	33.470,62
Εθνικό Πάρκο λίμνης Κερκίνης	
Εθνικό υγροτοπικό πάρκο Δέλτα Έβρου	
Εθνικό πάρκο υγροτόπων Αμβρακικού	
Εθνικό Πάρκο Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	
Εθνικό Πάρκο Τζουμέρκων-Περιστερίου και χαράδρας Αράχθου	
Εθνικό Πάρκο Υγροτόπων Κοτυχίου-Στροφιλιάς	
Εθνικό Πάρκο Δέλτα Αξιού-Λουδία- Αλιάκμονα	33.800
Εθνικό Πάρκο Πρεσπών	32.700
Εθνικό Πάρκο Οροσειράς Ροδόπης	173.115
Εθνικό Πάρκο Χελμού-Βουραϊκού	

Στον πίνακα 18.2.2 φαίνονται οι περιοχές προστασίας της φύσης. Παρατηρούμε ότι οι λιμνοθάλασσες του Μεσολογίου ανήκουν και σε αυτή την κατηγορία.

Πίνακας 18.2.2: Περιοχές προστασίας της φύσης[29]

Υγρότοπος Δύστου Εύβοιας (Περιοχή 2)
Όρος Κέρκη και όρος Καρβούνι Σάμου (Περιοχή Β)
Υγρότοπος Ψαχνών στην Εύβοια (Περιοχή 1 - Πυρήνας υδροβιότοπου)
Περιοχή Δήμων Άργους και Μήδειας (Περιοχές 5 και 5α)
Δήμος Σταγείρου Ακάνθου (ΖΠΦΠ 1 και ΖΠΦΠ 2)
Υγρότοπος και ακτή Ψαλιδίου Δήμου Κω (Ζώνες ΠΠΦ1 και ΠΠΦ2)
Ζώνες Ια, Ιβ και Ιγ του Εθνικού Πάρκου Πίνδου
Ζώνες Α1, Α2, Α3, Α4 και Α5 Εθνικού Πάρκου Σχινιά – Μαραθώνα
Ζώνες ΠΦ1, ΠΦ2, ΠΦ3 και ΠΦ4 Εθνικού Πάρκου Λιμνοθαλασσών Μεσολογίου
Ζώνη Α2 (Μακεδονικά Τέμπη) Εθνικού Πάρκου υγροτόπων Λιμνών Κορώνειας – Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών
Ζώνες Α, Β και Γ Εθνικού Πάρκου Δέλτα Έβρου
Ζώνες Α1 και Α2 Εθνικού Πάρκου δάσους Δαδιάς - Λευκίμμης - Σουφλίου
Ζώνες Α1, Α2, Α3, Α4 και Α5 Εθνικού Πάρκου Δέλτα Νέστου, Λίμνης Βιστωνίδας με λιμνοθάλασσα και λιμναία χαρακτηριστικά και Λίμνης Ισμαρίδας
Ζώνη Α Εθνικού Πάρκου Αμβρακικού κόλπου
Ζώνες ΙΑ, ΙΒ, ΙΓ και ΙΔ Εθνικού Πάρκου Τζουμέρκων - Περιστερίου και χαράδρας Αράχθου
Ζώνες Α2, Α3, Ια, Ιβ, Π1, Π2, Π3, Υ και Υ' Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου
Ζώνες Α1, Α2, Α3, Α4, Α5, Α6 και Α7 Περιοχής Α Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Βόρειων Σποράδων
Ζώνη Α Εθνικού Πάρκου Υγροτόπων Κοτυχίου –Στροφιλιάς
Ζώνες ΠΔ1, ΠΔ2, ΠΔ3, ΠΔ4, ΠΑ, Β1, Β2, Β3, Β4, Β5, Β6 και Β7 Εθνικού Πάρκου Δέλτα Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα
Ζώνες Β1, Β2, Β3, Β4, Β5, Β6 και Β7 Εθνικού Πάρκου Πρεσπών
Χερσαίες, υδάτινες και θαλάσσιες περιοχές των Στενών και εκβολών των ποταμών Αχέροντα και Καλαμά, του Έλους Καλοδικίου
Ζώνες Β1, Β2, Β3, Β4, Β5, Β6 και Β7 Εθνικού Πάρκου Οροσειράς Ροδόπης
Ζώνες Α1, Α2 και Α3 Εθνικού Πάρκου ορεινού όγκου Χελμού - Βουραϊκού

Στον πίνακα 18.2.3 φαίνονται οι περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης. Παρατηρούμε ότι σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και πάλι οι λιμνοθάλασσες του Μεσολογίου.

Πίνακας 18.2.3: Περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης[29]

Υγρότοπος Δύστου Εύβοιας Περιοχή 1

Μικρό και Μεγάλο Σεϊτάνι Σάμου Περιοχή Α1-Πυρήνας και Α2
Ζώνες ΑΠ1, ΑΠ2, ΑΠ3 και ΑΠ4 Εθνικού Πάρκου Λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου
Ζώνη Α1 (Δάσος Απολλωνίας) Εθνικού Πάρκου υγροτόπων Λιμνών Κορώνειας – Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών
Ζώνη Α1 Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου
Ζώνες ΑΠ1, ΑΠ2, ΑΠ3 και ΑΠ4 Εθνικού Πάρκου Δέλτα Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα
Ζώνες Α1, Α2 και Α3 Εθνικού Πάρκου Πρεσπών
Ζώνες Α1, Α2 και Α3 Εθνικού Πάρκου Οροσειράς Ροδόπης

Εκτός όμως από την εθνική νομοθεσία, όπως ήδη αναφέρθηκε και πιο πάνω, ειδικές υποχρεώσεις για την προστασία των φυσικών περιοχών απορρέουν από τις σχετικές Διεθνείς Συμβάσεις, τις οποίες η Ελλάδα έχει κυρώσει, καθώς και από τη συμμετοχή της σε διεθνείς οργανισμούς όπως το Συμβούλιο της Ευρώπης και η UNESCO. Οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενες σε διεθνές επίπεδο, είναι οι Υγρότοποι Διεθνούς Σημασίας από τη Σύμβαση Ραμσάρ, τα Μνημεία της Παγκόσμιας Κληρονομιάς (UNESCO), τα Αποθέματα Βιόσφαιρας (UNESCO, Άνθρωπος και Βιόσφαιρα), οι Ειδικά Προστατευόμενες Περιοχές, σύμφωνα με τη Σύμβαση της Βαρκελώνης, τα Βιογενετικά Αποθέματα, σύμφωνα με το Συμβούλιο της Ευρώπης και οι Περιοχές στις οποίες έχει απονεμηθεί Ευρωδίπλωμα, σύμφωνα με το Συμβούλιο της Ευρώπης.[31]

Η Συνθήκη Ραμσάρ επικυρώθηκε με το ΝΔ 191/74 (ΦΕΚ 350/Α/1974) «Περί κυρώσεως της Σύμβασης Ραμσάρ» και οι τροποποιήσεις της σύμφωνα με τον Ν.1950/91 (ΦΕΚ 84/Α/1991) «Περί κυρώσεως των τροποποιήσεων της Σύμβασης Ραμσάρ». Η υπηρεσία που είναι υπεύθυνη για τους υγροτόπους Ραμσάρ είναι η Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ.[31] Στην Ελλάδα υπάρχουν 10 υγρότοποι που θεωρούνται ότι έχουν Διεθνή Σημασία, σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ, οι οποίοι προστατεύονται από την εθνική νομοθεσία και μεγάλα τμήματά τους ή ολόκληροι περιλαμβάνονται στο ευρωπαϊκό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000.[46]

Στην εικόνα 18.2.1 φαίνονται οι 10 υγρότοποι διεθνούς σημασίας και η θέση τους στο χάρτη, σύμφωνα με τη συνθήκη Ραμσάρ. Ανάμεσά τους βρίσκονται οι λιμνοθάλασσες που βρίσκονται παρακείμενες στη λίμνη Βιστονίδα, στη λίμνη Πόρτο-Λάγος και στη λίμνη Ισμαρίδα.[29] Επίσης βλέπουμε και ότι οι λιμνοθάλασσες που είναι παρακείμενες του Δέλτα του Νέστου ανήκουν εκεί. Τέλος, και οι λιμνοθάλασσες του Μεσολογγίου και του Κοτυχίου ανήκουν στους 10 υγρότοπους διεθνούς σημασίας.



Υγρότοποι Διεθνούς Σημασίας της Ελλάδας Σύμβαση Ραμσάρ



Εικόνα 18.2.1: οι υγρότοποι Ραμσάρ και η θέση τους στο χάρτη

[http://opencourses.uoa.gr/modules/document/file.php/NOC83/%CE%94%CE%B9%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CF%80%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%84%CE%BF/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/PDF/XOK%202015_18_wetlands,lakes.pdf]

Όσον αφορά την προστασία περιοχών σε ευρωπαϊκό επίπεδο, μέσω των οδηγιών 79/409/ΕΟΚ και 92/43/ΕΟΚ, παρέχεται η δυνατότητα καθορισμού περιοχών και μέτρων ειδικής προστασίας για τη διατήρηση της άγριας πανίδας και των φυσικών οικοτόπων. Το σύνολο αυτών των χερσαίων και των υδάτινων περιοχών αποτελεί το Δίκτυο Natura 2000. Κάθε μέλος της ΕΕ είναι υποχρεωμένο να καταρτίσει εξειδικευμένες μελέτες διαχείρισης και οικιστικού ελέγχου των προστατευόμενων περιοχών. [46]

Στην Ελλάδα, το Δίκτυο Natura 2000 περιλαμβάνει 163 Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ – Οδηγία 79/409/ΕΚ) και 239 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ – Οδηγία 92/43/ΕΚ). Αυτές οι δύο κατηγορίες περιοχών παρουσιάζουν μεταξύ τους επικαλύψεις όσον αφορά στις εκτάσεις τους. Η έκταση των περιοχών του Δικτύου στην Ελλάδα, με εξαίρεση τις αλληλεπικαλύψεις, ανέρχεται σε περίπου 3,4 εκ. εκτάρια και καταλαμβάνει

21% της χέρσου. Στις παραπάνω περιοχές περιλαμβάνονται οι 10 Εθνικοί Δρυμοί, οι Υγρότοποι Διεθνούς Σημασίας σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ καθώς και άλλες σημαντικές περιοχές όπως Αισθητικά Δάση και Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης.[29] Οι δραστηριότητες στις περιοχές του δικτύου Natura 2000 ρυθμίζονται μέχρι σήμερα από την εθνική νομοθεσία. Τα επιτρεπόμενα έργα και οι δραστηριότητες εντός των περιοχών αυτών εγκρίνονται από το ΥΠΕΧΩΔΕ, κατόπιν εκτίμησης, στο πλαίσιο της ΜΠΕ, των πιθανών επιπτώσεων τους στις οικολογικές αξίες (ενδιαιτήματα ειδών ή τύπους οικοτόπων), για τις οποίες οι περιοχές έχουν ενταχθεί υπό καθεστώς προστασίας.[46]

Στο πλαίσιο προγράμματος δράσεων συνεργασίας με το ΥΠΕΧΩΔΕ σε θέματα διαχείρισης φυσικού περιβάλλοντος, το ΕΚΒΥ επικαιροποίησε μία εφαρμογή με τίτλο «Σημαντικές Περιοχές για την Προστασία της Φύσης». Αυτή η εφαρμογή συνιστά ένα εύχρηστο εργαλείο για την ενιαία διαχείριση περιγραφικών και χαρτογραφικών δεδομένων των προστατευόμενων περιοχών, δηλαδή την εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα και την εύκολη εξαγωγή πληροφοριών. Περιλαμβάνει περιοχές οι οποίες έχουν κηρυχθεί βάσει της εθνικής νομοθεσίας, έχουν ορισθεί ως Τόποι Κοινοτικής Σημασίας και ως Ζώνες Ειδικής Προστασίας του Δικτύου NATURA 2000, έχουν κάποιο διεθνή χαρακτηρισμό και έχουν καταγραφεί ως υγρότοποι κατά την εθνική απογραφή.[29]

II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Η ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε, με σκοπό να διερευνηθεί εάν στα σχολικά βιβλία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης υπάρχουν ενότητες που περιέχουν πληροφορίες γύρω από την έννοια της λιμνοθάλασσας, ή και άλλων σχετικών εννοιών, όπως της λίμνης, του ωκεανού, του υδροβιότοπου και του υδάτινου οικοσυστήματος.

Καταρχήν στην ενότητα Β.1.2 του σχολικού βιβλίου της γεωγραφίας της Α Γυμνασίου, οι μαθητές μαθαίνουν για πρώτη φορά ότι το φυσικό περιβάλλον διαιρείται σε τέσσερα τμήματα, την ατμόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και τη βιόσφαιρα. Στη παράγραφο που περιγράφει την υδρόσφαιρα, μαθαίνουν σε ποια σημεία του πλανήτη υπάρχει νερό και ποιο είναι το ποσοστό του νερού συνολικά στον πλανήτη. Επίσης, στην ενότητα Β.3.1 περιγράφεται ο υδρολογικός κύκλος στη φύση και μάλιστα αναφέρεται και ο τρόπος δημιουργίας των λιμνών, καθώς και οι δέκα μεγαλύτερες λίμνες της Ελλάδας.

Επιπλέον, στο μάθημα 21 της Γεωγραφίας Β Γυμνασίου τα παιδιά μαθαίνουν για τα ποτάμια και τις λίμνες της Ευρώπης και στο μάθημα 22 τον τρόπο αξιοποίησής τους από τους Ευρωπαίους, καθώς και την επίδραση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων σε αυτά τα υδάτινα οικοσυστήματα. Επιπλέον, στο μάθημα 23 καταγράφονται τα ποτάμια και τις λίμνες της Ελλάδας, καθώς και οι διεξαγόμενες ανθρώπινες δραστηριότητες. Επιπροσθέτως, στο μάθημα 24 περιγράφεται η βλάστηση της Ευρώπης και για πρώτη φορά αναφέρεται η τεράστια σημασία της αειφορικής διαχείρισης των δασών. Τέλος,

στο παράρτημα της ίδιας ενότητας καταγράφονται οι προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδας, ανάμεσα στις οποίες βρίσκονται και 11 υγρότοποι.

Όσον αφορά στην ενότητα 2.1 της χημείας Β Γυμνασίου, περιγράφεται αναλυτικά η σημασία του νερού, καθώς και οι χρήσεις του. Επιπλέον, υπάρχει ένας πίνακας με την κατανομή του νερού στον πλανήτη. Οπότε τώρα διευκρινίζονται κάποιες έννοιες, όπως οι λίμνες αλμυρού νερού, οι λίμνες γλυκού νερού, τα ποτάμια, τους ωκεανούς, τα υπόγεια ύδατα και τα βαθιά υπόγεια ύδατα. Επίσης, στην ενότητα 2.4 τα παιδιά μαθαίνουν για τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων από τη ρύπανση που οφείλεται στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Επιπλέον, στο παράρτημα αυτής της ενότητας για πρώτη φορά περιγράφονται τα περιβαλλοντικά προβλήματα του ευτροφισμού και της βιοσυσσώρευσης.

Όσον αφορά στο μάθημα της χημείας της Γ Γυμνασίου, στο παράρτημα της ενότητας 4.4 του πρώτου μέρους, όπου περιγράφονται τα ευδιάλυτα και τα δυσδιάλυτα άλατα, γίνεται για πρώτη φορά αναφορά στους προστατευόμενους υγροβιότοπους της Ελλάδας, σύμφωνα με τη συνθήκη Ραμσάρ. Επιπροσθέτως, στο παράρτημα της ενότητας 5.4 του πρώτου μέρους, που περιγράφει αναλυτικά την όξινη βροχή, γίνεται αναφορά στις επιπτώσεις της στον άνθρωπο, στα μαρμάρινα αγάλματα, στα μέταλλα, στις λίμνες και τους υδρόβιους οργανισμούς, στα δάση και το έδαφος και στην ορατότητα. Επίσης, στην ενότητα 2.10 του τρίτου μέρους, καταγράφονται οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου στο φυσικό περιβάλλον, ανάμεσα στις οποίες είναι η τήξη των πάγων, η άνοδος της στάθμης των ωκεανών και το πλημμύρισμα παράκτιων περιοχών. Παρόμοια θέματα αναφέρονται και στην ενότητα 4.4 του ίδιου μέρους του βιβλίου.

Τέλος, στο σχολικό βιβλίο του μαθήματος της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ Λυκείου υπάρχουν κάποιες πληροφορίες γύρω από τις λιμνοθάλασσες. Καταρχήν όλο το 2^ο κεφάλαιο αφορά το περιβάλλον, καθώς περιγράφονται τόσο τα χερσαία όσο και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Πιο συγκεκριμένα, στην υποενότητα 2.2.3 γίνεται για πρώτη φορά αναφορά στα υδάτινα οικοσυστήματα πολύ υψηλής πρωτογενούς παραγωγικότητας, όπως τα δέλτα των ποταμών. Στην ίδια ενότητα τα παιδιά μαθαίνουν ότι υπάρχουν και υδάτινα οικοσυστήματα πολύ χαμηλής πρωτογενούς παραγωγικότητας, όπως οι βαθιές λίμνες. Επιπλέον, στην ενότητα 2.3.3, περιγράφεται ο κύκλος του νερού και στο τέλος υπάρχει μία αναλυτική εξήγηση της υψηλής παραγωγικότητας των δέλτα των ποταμών. Επίσης, στην ενότητα 2.4.2 αναφέρεται ότι οι λιμνοθάλασσες είναι υγρότοποι πολύ υψηλής παραγωγικότητας και για το λόγο αυτό εκεί συναντώνται πολλά είδη οργανισμών, όπως έντομα, πουλιά, ερπετά, αμφίβια και ψάρια. Επίσης, λόγω των άφθονων θρεπτικών συστατικών, ευνοείται η ανάπτυξη πλούσιας υδρόβιας και χερσαίας χλωρίδας. Στη συνέχεια, ακολουθεί μία παράγραφος, στην οποία αναπτύσσονται οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στις λιμνοθάλασσες, καθώς και οι επιδράσεις τους στους πληθυσμούς. Αμέσως μετά, υπάρχει ένα παράρτημα με τους 11 υγρότοπους της Ελλάδας, που είναι προστατευόμενοι κατά τη συνθήκη Ramsar. Ανάμεσά τους είναι οι λιμνοθάλασσες της Ροδόπης, η λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου και η λιμνοθάλασσα Κοτύχι.

2. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι λιμνοθάλασσες συνιστούν παράκτιους υδροβιότοπους με πλούσια χλωρίδα και πανίδα. Η μελέτη της χημείας των λιμνοθαλασσών, με ένα σχέδιο εργασίας και με το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό, μπορεί να αποτελέσει τμήμα προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, με ευρύτερο σκοπό τους τρόπους προστασίας και διαχείρισής τους. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να γνωρίσουν την τεράστια φυσική αξία των λιμνοθαλασσών, καθώς και τις συνέπειες όλων των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που διεξάγονται στο εσωτερικό τους και γύρω τους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να ενδιαφερθούν παραπάνω για την προστασία του περιβάλλοντος και να ευαισθητοποιηθούν για την ανάγκη προστασίας και διαχείρισης των λιμνοθαλασσών. Επιπλέον, οι γνώσεις που θα αποκτήσουν, μπορούν να τους οδηγήσουν σε ουσιαστική κατανόηση εννοιών, διαδικασιών και φαινομένων του μαθήματος της χημείας που διδάσκονται στο πλαίσιο του σχολικού αναλυτικού προγράμματος.

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ένα σχέδιο εργασίας, μέσα από το οποίο οι μαθητές θα κατανοήσουν σε βάθος (meaningful learning) τη χημεία των λιμνοθαλασσών, δηλαδή τα χημικά στοιχεία, τις χημικές ενώσεις και τις χημικές αντιδράσεις στην υδάτινη στήλη και στον πυθμένα. Πιο κάτω περιγράφεται λεπτομερώς το σχέδιο εργασίας, το οποίο προορίζεται για μαθητές λυκείου. Αυτό περιλαμβάνει 18 συναντήσεις του εκπαιδευτικού με τους μαθητές, η κάθε μία από τις οποίες διαρκεί 2 διδακτικές ώρες. Μία φορά την εβδομάδα γίνεται μία συνάντηση. Το πρόγραμμα ξεκινά αρχές Οκτώβρη και ολοκληρώνεται μέχρι το τέλος του Μαρτίου. Κατά τις συναντήσεις, η ερμηνεία κειμένων και εικόνων, η συμπλήρωση φύλλων εργασίας και αξιολόγησης, καθώς και τα πειράματα, έχουν ως στόχο την απόκτηση γνώσεων γύρω από τη χημεία των λιμνοθαλασσών.

3.ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κατά την πρώτη και τη δεύτερη συνάντηση οι μαθητές θα συμπληρώσουν δύο διαγνωστικά ερωτηματολόγια, τα οποία αναδείξουν τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους γύρω από τις λιμνοθάλασσες και θα βάλουν τους μαθητές σε διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών στο διαδίκτυο, αλλά και ερμηνείας κειμένων και εικόνων. Από την τρίτη έως και την έβδομη συνάντηση, η διδασκαλία γίνεται κυρίως με φύλλα εργασίας και με συζήτηση μέσα στην τάξη μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών. Η διαδικασία αξιολόγησης των μαθητών γίνεται με συμπλήρωση φύλλων αξιολόγησης κατά τις συναντήσεις, και αφορούν θέματα σχετικά με τις λιμνοθάλασσες, όπως τα χαρακτηριστικά τους, την ποιότητα του νερού, την αξία, τη ρύπανση, τις διαδικασίες διαχείρισης και την προστασία τους.

Κατά την όγδοη συνάντηση, διεξάγεται μία σχολική εκπαιδευτική εκδρομή σε μία κοντινή λιμνοθάλασσα που να έχει και εύκολη πρόσβαση. Κατά τη διάρκεια της, οι ίδιοι οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες, θα συλλέξουν δείγματα νερού και ιζημάτων, υπό την επίβλεψη του καθηγητή. Αυτό, θα αποτελέσει κίνητρο για τα νέα άτομα για τη μελέτη της χημείας της λιμνοθάλασσας. Στη συνέχεια, ένα πείραμα θα διεξαχθεί επί τόπου, ως

κίνητρο για μεγαλύτερο ενδιαφέρον σε σχέση με τα πειράματα που διεξάγονται στο σχολικό εργαστήριο.

Από την ένατη έως και την δέκατη πέμπτη συνάντηση, πραγματοποιείται διδασκαλία, με τη βοήθεια κειμένων και φύλλων εργασίας. Αυτές οι συναντήσεις αφορούν το pH, την αλατότητα, το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, το διαλυμένο οξυγόνο, τα θρεπτικά συστατικά, τα απορρυπαντικά και τις χλωροφύλλες του νερού της υδάτινης στήλης και τον οργανικό άνθρακα των ιζημάτων του πυθμένα της λιμνοθάλασσας. Επίσης, κατά τη διάρκεια των συναντήσεων αυτών, διεξάγονται πειράματα στο σχολικό εργαστήριο από τους ίδιους τους μαθητές. Οι μαθητές θα είναι χωρισμένοι σε ομάδες και η κάθε ομάδα θα διεξάγει ένα πείραμα, υπό την επίβλεψη του καθηγητή. Τα πειράματα αφορούν τον ποσοτικό προσδιορισμό χημικών ενώσεων στα δείγματα που έχουν συλλεχθεί. Ένα μόνο πείραμα διεξάγεται από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό, ως πείραμα επίδειξης. Επιπλέον, κατά την δέκατη έκτη και δέκατη έβδομη συνάντηση γίνεται μία παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων. Τέλος, στην δέκατη όγδοη συνάντηση, οι μαθητές συμπληρώνουν ένα συγκεντρωτικό φύλλο εργασίας.

Όσον αφορά στα πειράματα, αυτά στηρίζονται σε θεωρίες της χημείας, τις οποίες οι μαθητές διδάσκονται στο λύκειο ή στις τάξεις του γυμνασίου. Η πρώτη θεωρία είναι η οξείδωση οργανικών ενώσεων, που υπάρχει στο κεφάλαιο «οργανική χημεία» του σχολικού βιβλίου της χημείας γ' λυκείου θετικής κατεύθυνσης. Η επόμενη θεωρία αφορά την ογκομέτρηση, η οποία περιγράφεται στο κεφάλαιο «δείκτες και ογκομέτρηση» του κεφαλαίου «οξέα-βάσεις και ιοντική ισορροπία» του ίδιου βιβλίου. Επιπλέον, η οξειδοαναγωγή περιγράφεται στο κεφάλαιο «ηλεκτροχημεία» του ίδιου σχολικού εγχειριδίου. Επιπροσθέτως, η θεωρία της διαλυτότητας αλάτων περιλαμβάνεται στην ενότητα «γινόμενο διαλυτότητας» του ίδιου κεφαλαίου. Τέλος, η εκχύλιση και η διήθηση είναι δύο διεργασίες διαχωρισμού μιγμάτων, γνωστές στους μαθητές από το κεφάλαιο «διαχωρισμός μιγμάτων» του σχολικού βιβλίου της χημείας β' γυμνασίου.

Κάθε ένα πείραμα που πραγματοποιείται, έχει ως στόχο την αφομοίωση χημικών εννοιών, καθώς και την κατανόηση σε βάθος ενός ή περισσότερων κεφαλαίων χημείας. Το πρώτο πείραμα, ο ποσοτικός προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου του νερού της λιμνοθάλασσας, είναι αφορμή για τη διδασκαλία της διαλυτότητας των αερίων στο νερό, της οξειδοαναγωγής και των δυναμικών οξειδοαναγωγής. Οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με την έννοια του οξυγόνου στο κεφάλαιο «ωκεανοί και θάλασσες» της γεωγραφίας α' γυμνασίου, όπου μαθαίνουν ότι το οξυγόνο υπάρχει στην ατμόσφαιρα και στα υδάτινα οικοσυστήματα. Στη συνέχεια, στα κεφάλαια «Οξυγόνο» και «το νερό στη ζωή μας» της χημείας β' γυμνασίου μαθαίνουν με περισσότερες λεπτομέρειες ότι το οξυγόνο είναι βασικό συστατικό της ατμόσφαιρας και του νερού και επιπλέον εκεί περιγράφεται η διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Με αυτό το πείραμα κατανοούν σε βάθος την πολύ μεγάλη σημασία της ύπαρξης οξυγόνου στο νερό.

Το δεύτερο πείραμα, που είναι η μέτρηση της αλατότητας του νερού της λιμνοθάλασσας, έχει ως στόχο να διδάξει ότι καταρχήν η αλατότητα είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα του νερού. Επίσης, συνδέεται με τη θεωρία της διαλυτότητας των αλάτων των αλογόνων με τον άργυρο, καθώς και της θεωρίας σχετικής με την ογκομέτρηση.

Το τρίτο πείραμα, δηλαδή ο ποσοτικός προσδιορισμός του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου, συνδέεται με τη θεωρία της ογκομέτρησης, της οξειδωσης των οργανικών ενώσεων και της οξειδοαναγωγής. Επίσης, εδώ οι μαθητές μαθαίνουν ποιές ουσίες δρουν ως οξειδωτικά μέσα. Επίσης, μπορεί να διδαχθεί η επίδραση του οξυγόνου στην ισορροπία $\text{Fe}^{3+} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$. Η περιγραφή της έννοιας του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου συνδέεται με το κεφάλαιο «διοξείδιο του άνθρακα» της χημείας β γυμνασίου, όπου οι μαθητές για πρώτη φορά μαθαίνουν τις έννοιες οξείδωση της οργανικής ύλης, καύση, διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης, στο κεφάλαιο «ανάλυση των οργανικών ενώσεων» της χημείας α λυκείου αποκτούν περισσότερες γνώσεις γύρω από την οργανική χημεία.

Το τέταρτο πείραμα είναι ο πειραματικός προσδιορισμός θρεπτικών συστατικών στο νερό της λιμνοθάλασσας και μέσα από αυτό οι μαθητές θα γνωρίσουν το βιογεωχημικό κύκλο του αζώτου. Για πρώτη φορά οι μαθητές μαθαίνουν για τα θρεπτικά στοιχεία στο κεφάλαιο «η παραγωγή θρεπτικών ουσιών στα φυτά» της βιολογίας α γυμνασίου. Εδώ περιγράφεται η διαδικασία της φωτοσύνθεσης και ο τρόπος πρόσληψης της τροφής από τους αυτότροφους και τους ετερότροφους οργανισμούς. Επίσης, στο κεφάλαιο «βιογεωχημικοί κύκλοι» της βιολογίας γ λυκείου οι μαθητές μαθαίνουν τον κύκλο του αζώτου. Στο ίδιο μάθημα, στο κεφάλαιο «ροή ενέργειας» οι μαθητές μαθαίνουν για την κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας. Επίσης, είναι αφορμή να κατανοήσουν το κεφάλαιο της οξειδοαναγωγής και τα δυναμικά οξειδοαναγωγής. Τέλος, συνδέεται με τη θεωρία γύρω από τη φασματοφωτομετρία. Οι μαθητές διδάσκονται για πρώτη φορά τη θεωρία γύρω από τα φάσματα στο κεφάλαιο «ανάλυση λευκού φωτός και χρώματα» της φυσικής γ λυκείου γενικής παιδείας. Επίσης, στο κεφάλαιο «τροχιακοί-κβαντικοί αριθμοί» της χημείας θετικού προσανατολισμού της ίδιας τάξης μαθαίνουν για το γραμμικό φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου.

Το πέμπτο πείραμα είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός χλωροφυλλών στο νερό της λιμνοθάλασσας και συνδέεται με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, με τους των χημικούς τύπους των φυτικών χρωστικών και της αρχής μεθόδου της φασματοφωτομετρίας. Στο ίδιο κεφάλαιο της βιολογίας α γυμνασίου με το προηγούμενο των θρεπτικών, περιγράφεται αναλυτικά η φωτοσύνθεση και για πρώτη φορά αναφέρεται η έννοια και ο ρόλος των χλωροπλαστών. Επίσης, στο κεφάλαιο «ο κύκλος του νερού» περιγράφεται αναλυτικά η φωτοσύνθεση.

Το έκτο πείραμα, δηλαδή η μέτρηση απορρυπαντικών στο νερό της λιμνοθάλασσας, συνιστά αφορμή για τη διδασκαλία της απορρυπαντικής δράσης των σαπουνιών και των βιομηχανικών απορρυπαντικών. Οι μαθητές μαθαίνουν για πρώτη φορά στο κεφάλαιο «ρύπανση του νερού» της χημείας β γυμνασίου ότι τα απορρυπαντικά συνιστούν ρύπους για τα υδάτινα οικοσυστήματα. Επιπλέον, στη χημεία α λυκείου υπάρχει το κεφάλαιο «λίπη και έλαια», όπου οι μαθητές μαθαίνουν την διαδικασία και τη χημική αντίδραση σαπωνοποίησης και επιπλέον μαθαίνουν να εξηγούν την απορρυπαντική δράση των σαπώνων και των εμπορικών απορρυπαντικών. Επίσης, στο κεφάλαιο «αρωματικές ενώσεις-βενζόλιο» της χημείας β λυκείου αναφέρονται πολλές πληροφορίες σχετικές με τις ενώσεις του βενζολίου, οι οποίες θα βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τις χημικές ενώσεις που υπάρχουν στα απορρυπαντικά.

Το έβδομο πείραμα, που είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα στο ίζημα του πυθμένα της λιμνοθάλασσας, συνδέεται με τη θεωρία της οξείδωσης των οργανικών ενώσεων, καθώς και της ογκομέτρησης και της οξειδοαναγωγής.

Το τελευταίο πείραμα, που είναι η μέτρηση του pH σε υδατικό δείγμα της λιμνοθάλασσας με ηλεκτρονικό πεχάμετρο συνιστά αφορμή για τη διδασκαλία της θεωρίας της οξύτητας και της αλκαλικότητας των διαλυμάτων. Το pH είναι ένα μέγεθος, το οποίο διδάσκεται για πρώτη φορά στο κεφάλαιο της γ' γυμνασίου με τίτλο « Οξέα-βάσεις-άλατα».

Στο τέλος, όλες οι γνώσεις που θα έχουν αποκτήσει οι μαθητές σχετικά με τις λιμνοθάλασσες, καθώς και τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους, θα οδηγήσουν στη διεξαγωγή συμπερασμάτων για τη ρύπανση της λιμνοθάλασσας που επισκέφτηκαν. Επιπλέον, μπορούν επιπλέον να συλλέξουν πληροφορίες σχετικές με τις πηγές και τα είδη ρύπανσης της λιμνοθάλασσας και να μάθουν εάν υπάρχουν τρόποι παρακολούθησης και δραστηριότητες των τοπικών φορέων σχετικές με τη διαχείριση της λιμνοθάλασσας. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από τα αρχεία των τοπικών δήμων, είτε με συνεντεύξεις από τους μόνιμους κατοίκους ή από το δήμαρχο της γύρω περιοχής. Τέλος, μπορεί να γίνει ανταλλαγή όλων αυτών των πληροφοριών με σχολεία και πανεπιστήμια του εξωτερικού που ασχολούνται με τη μελέτη παρόμοιων θεμάτων. Το σύστημα Erasmus που εφαρμόζεται στα πανεπιστήμια θα μπορούσε να εφαρμοστεί για τέτοιους σκοπούς.

Ο πρώτος διδακτικός στόχος της εργασίας είναι η ενεργή συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες του σχεδίου εργασίας. Ο δεύτερος στόχος είναι οι μαθητές να αποδεχθούν ότι μία λιμνοθάλασσα έχει ενδιαφέρον τόσο ως προς τη χημεία, όσο και τη φυσική και τη βιολογία. Ο τρίτος στόχος είναι να μάθουν να εργάζονται σε ομάδες για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού. Ο τέταρτος στόχος είναι μέσα από τα πειράματα οι μαθητές να γνωρίσουν τη χημεία της λιμνοθάλασσας. Ο πέμπτος είναι οι μαθητές να κατανοήσουν την ανάγκη περιβαλλοντικής προστασίας και διαχείρισης και τέλος θα εξηγούν πού έχει εφαρμογή η μελέτη της χημείας της λιμνοθάλασσας.

Από εδώ και κάτω περιγράφεται λεπτομερώς το πλάνο των συναντήσεων, το εκπαιδευτικό υλικό και το διδακτικό περιεχόμενο της κάθε συνάντησης.

1^η Συνάντηση

Την πρώτη ώρα της συνάντησης γίνεται η γνωριμία μεταξύ των μαθητών και του καθηγητή. Στη συνέχεια, ο κάθε μαθητής έχει μπροστά του το διαγνωστικό ερωτηματολόγιο I (EP I), που αποσκοπεί στη διερεύνηση των γνώσεων που ήδη έχουν γύρω από τα γενικά χαρακτηριστικά, τους ρόλους και τις αξίες των λιμνοθαλασσών, καθώς και γύρω από την περιβαλλοντική υποβάθμιση, τη διαχείριση και την προστασία τους. Έτσι, κάθε ένας μαθητής το συμπληρώνει μόνος του.

Τη δεύτερη ώρα γίνεται μία συζήτηση μέσα στην τάξη σχετικά με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Οι διδακτικοί στόχοι της πρώτης συνάντησης, είναι μέσα από το ερωτηματολόγιο I :

- ✓ Να γνωριστούν οι μαθητές με τον εκπαιδευτικό, ώστε να δημιουργηθεί οικειότητα μεταξύ τους.
- ✓ Να γνωρίσει ο εκπαιδευτικός τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών σχετικές με την έννοια της λιμνοθάλασσας, τα χαρακτηριστικά και τις αξίες της, την περιβαλλοντική υποβάθμιση, καθώς και την διαχείριση και προστασία της.

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Ι

1) Έχετε ακούσει τον όρο « λιμνοθάλασσα»;

ΝΑΙ ΟΧΙ

2) Μία λιμνοθάλασσα παρουσιάζει ενδιαφέρον ως προς τη χημεία;

ΝΑΙ ΟΧΙ

3) Να επιλέξετε ποια είναι η σωστή απάντηση.

Το νερό μίας λιμνοθάλασσας είναι:

A. πάντα υφάλμυρο

B. πάντα αλμυρό

Γ. πάντα υπεράλμυρο

Δ. από γλυκό μέχρι και υπεράλμυρο

4) Μέσα σε μία λιμνοθάλασσα υπάρχουν πολλά χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις.

Γνωρίζετε ποια είναι η προέλευση αυτών των ουσιών;

ΝΑΙ ΟΧΙ ΠΕΡΙΠΟΥ

5) Να καταγράψετε το μοριακό τύπο και το όνομα δύο πολύ βασικών χημικών στοιχείων του νερού των λιμνοθαλασσών:

1^ο 2^ο

6) Να καταγράψετε το μοριακό τύπο και το όνομα δύο θρεπτικών συστατικών μίας λιμνοθάλασσας:

1^ο 2^ο

7) Να καταγράψετε τρία φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού των λιμνοθαλασσών.

1^ο 2^ο 3^ο

8) Γνωρίζετε τις λειτουργίες των λιμνοθαλασσών;

ΝΑΙ ΟΧΙ

9) Γνωρίζετε τις αξίες των λιμνοθαλασσών;

ΝΑΙ ΟΧΙ

10) Να αναφέρετε δύο πηγές ρύπανσης των λιμνοθαλασσών.

1^η..... 2^η.....

11) Να αναφέρετε τρεις χημικές ουσίες που συνιστούν ρύπους των λιμνοθαλασσών.

1^η 2^η 3^η

12) Γνωρίζετε ποιές είναι οι δράσεις διαχείρισης των λιμνοθαλασσών;

ΝΑΙ ΟΧΙ ΠΕΡΙΠΟΥ

13) Γνωρίζετε γιατί είναι σημαντική η διαχείριση των λιμνοθαλασσών;

ΝΑΙ ΟΧΙ ΠΕΡΙΠΟΥ

14) Έχετε ακούσει για την Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά;

ΝΑΙ ΟΧΙ

15) Γνωρίζετε ποιοί είναι οι νόμοι προστασίας των οικοτόπων της Ευρώπης;

ΝΑΙ ΟΧΙ

16) Γνωρίζετε ότι στην Ελλάδα υπάρχουν λιμνοθάλασσες που χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενες;

ΝΑΙ ΟΧΙ

17) Η ενημέρωσή σας σχετικά με την προστασία των λιμνοθαλασσών είναι:

ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ ΚΑΛΗ ΜΕΤΡΙΑ ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ

18) Η ενημέρωσή σας σχετικά με τα χαρακτηριστικά του νερού των λιμνοθαλασσών είναι:

ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ ΚΑΛΗ ΜΕΤΡΙΑ ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ

2^η Συνάντηση

Κατά τη δεύτερη συνάντηση, ο εκπαιδευτικός χωρίζει τους μαθητές σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Στη συνέχεια, τα μέλη κάθε ομάδας καλούνται να συνεργαστούν, ώστε να απαντήσουν στις ερωτήσεις του διαγνωστικού ερωτηματολογίου ΙΙ (ΕΡ ΙΙ). Για

να απαντήσουν, οι μαθητές θα χρειαστεί να αναζητήσουν πληροφορίες στον ηλεκτρονικό τύπο σχετικές με τις λιμνοθάλασσες, καθώς και να ερμηνεύσουν κείμενα και εικόνες. Άρα, κάθε ομάδα έχει μπροστά της έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι διδακτικοί στόχοι αυτής της συνάντησης, είναι οι μαθητές:

- ✓ Να συνεργάζονται για αναζήτηση πληροφοριών.
- ✓ Να είναι ικανοί να κατανοούν κείμενα και να ερμηνεύουν εικόνες.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ II

1. Στη νησίδα της λιμνοθάλασσας του Λάγους φωλιάζουν πολλά είδη πουλιών. Μία φωτογραφία που αντιπροσωπεύει αυτό το γεγονός είναι η παρακάτω.[49] Να την παρατηρήσετε προσεκτικά και να εξηγήσετε μέσα σε τρεις προτάσεις για ποιο λόγο μία λιμνοθάλασσα, εκτός από τοπικό ενδιαφέρον, μπορεί να παρουσιάζει και διεθνές ενδιαφέρον.



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

2. Να ανοίξετε τους υπολογιστές σας. Μετά, να κάνετε αριστερό διπλό κλικ στο κουμπί internet explorer και πάνω αριστερά, στην ιστοσελίδα που εμφανίζεται, να πληκτρολογήσετε: http://kpe-kastor.kas.sch.gr/biodiversity_site/b23/wetlands.htm. Μετά, να διαβάσετε την πρώτη σελίδα του κειμένου που εμφανίζεται και να απαντήσετε στις ερωτήσεις:

A. Να καταγράψετε τρεις λειτουργίες των λιμνοθαλασσών.

1^η λειτουργία

2^η λειτουργία

3^η λειτουργία

Β. Να αναφέρετε ποιες είναι κατά τη γνώμη σας οι τρεις σημαντικότερες αξίες των λιμνοθαλασσών.

1^η 2^η 3^η

3. Παρατηρώντας την παρακάτω εικόνα, να αναφέρετε τρεις βασικές πηγές ρύπανσης των λιμνοθαλασσών.



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

4. Οι υπολογιστές σας είναι ήδη ανοιχτοί. Κάντε διπλό αριστερό κλικ στο εικονίδιο internet explorer και πάνω αριστερά πληκτρολογήστε την ιστοσελίδα http://kpe-kastor.kas.sch.gr/biodiversity_site/b/eutrofismos.htm. Στη συνέχεια, αφού διαβάσετε ολόκληρη την πρώτη σελίδα του κειμένου που εμφανίζεται, να απαντήσετε στις ερωτήσεις.

Α. Ποια είναι τα τρία βασικότερα θρεπτικά συστατικά των λιμνοθαλασσών;

.....

Β. σε ποιες περιπτώσεις μπορεί να δημιουργηθεί το περιβαλλοντικό πρόβλημα του ευτροφισμού σε μία λιμνοθάλασσα;

.....
.....
Γ. Να αναφέρετε δύο χημικούς δείκτες ευτροφισμού μίας λιμνοθάλασσας.

1^{ος} 2^{ος}

5. Οι υπολογιστές σας είναι ήδη ανοιχτοί. Κάντε διπλό αριστερό κλικ στο εικονίδιο internet explorer και πάνω αριστερά πληκτρολογήστε την ιστοσελίδα **http://www.ekby.gr/ekby/el/EKBY_home_el.html**. Αυτή είναι η αρχική σελίδα του ΕΚΒΥ. Στη συνέχεια να κάνετε αριστερό κλικ στις **προστατευόμενες περιοχές**. Αφού διαβάσετε το κείμενο που εμφανίζεται, να αναφέρετε δύο ελληνικές προστατευόμενες λιμνοθάλασσες σύμφωνα με την εθνική ή τη διεθνή νομοθεσία.

1^η προστατευόμενη λιμνοθάλασσα

2^η προστατευόμενη λιμνοθάλασσα

3^η Συνάντηση

Την πρώτη διδακτική ώρα της τρίτης συνάντησης, γίνεται μία συζήτηση μέσα στην τάξη για τα γενικά χαρακτηριστικά των λιμνοθαλασσών, από άποψη φυσικής, χημείας, βιολογίας και γεωλογίας, καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού. Καθόλη τη διάρκεια του μαθήματος, οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά.

Τη δεύτερη ώρα τα μέλη κάθε μίας ομάδας καλούνται να συνεργαστούν και να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας 1 (ΦΕ1). Ο καθηγητής τους αφήνει 10 min να το συμπληρώσουν και στη συνέχεια γίνεται συζήτηση μέσα στην τάξη σχετική με τις σωστές απαντήσεις στις ερωτήσεις του φύλλου εργασίας.

Μετά, σε κάθε ένα μαθητή μοιράζεται το φύλλο αξιολόγησης 1 (ΦΑ1) και σε 10 min πρέπει να το συμπληρώσει ατομικά.

Οι διδακτικοί στόχοι της τρίτης συνάντησης, είναι οι μαθητές :

- ✓ Να είναι ικανοί να περιγράφουν την προέλευση των λιμνοθαλασσών και τα γενικά χαρακτηριστικά τους.
- ✓ Να αποδεχθούν ότι η μελέτη μίας λιμνοθάλασσας έχει ενδιαφέρον ως προς τη χημεία, τη βιολογία, τη φυσική και τη γεωλογία.
- ✓ Να αποδεχθούν ότι μία λιμνοθάλασσα παρουσιάζει τοπικό και διεθνές ενδιαφέρον.
- ✓ Να συνειδητοποιήσουν τη σημασία των γνώσεων γύρω από τα χαρακτηριστικά μίας λιμνοθάλασσας.
- ✓ Να απαριθμούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- ✓ Να κατανοήσουν ότι η έννοια «λιμνοθάλασσα» δεν ταυτίζεται με «λίμνη» ή «θάλασσα».

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Α. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Ι. ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Το νερό μίας λιμνοθάλασσας:

- A. είναι αποκλειστικά υπεράλμυρο
- B. είναι αποκλειστικά υφάλμυρο
- Γ. είναι αποκλειστικά αλμυρό
- Δ. μπορεί να είναι από υφάλμυρο έως υπεράλμυρο

2. Η τιμή της αλατότητας μίας λιμνοθάλασσας:

- A. είναι ίδια σε όλη την έκτασή της
- B. δεν κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την έκτασή της
- Γ. δεν εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες
- Δ. είναι ίδια για όλες τις λιμνοθάλασσες του κόσμου

3. Η τιμή της θερμοκρασίας μίας λιμνοθάλασσας:

- A. δεν εξαρτάται από την αλατότητα
- B. είναι σταθερή σε όλη την έκτασή της
- Γ. είναι σταθερή όλο το χρόνο
- Δ. εξαρτάται από την αλατότητα

4. Η γεωμορφολογία μίας λιμνοθάλασσας:

- A. είναι πάντα σταθερή
- B. είναι ανεξάρτητη από τη διαβρωτική ικανότητα της γειτονικής θάλασσας
- Γ. υφίσταται βραδείς μεταβολές
- Δ. είναι ανεπηρέαστη από την παρουσία παλίρροιας

5. Στο εσωτερικό μίας λιμνοθάλασσας:

- A. συναντώνται πολλά είδη οργανισμών

- B. είναι μικρή η βιοποικιλότητα
- Γ. οι οργανισμοί που ζουν είναι ελάχιστοι
- Δ. είναι αδύνατο να επιβιώσουν ψάρια

6. Μία λιμνοθάλασσα έχει χαρακτηριστικά:

- A. ίδια με μίας λίμνης
- B. ίδια με μίας θάλασσας
- Γ. που διαφέρουν από τα αντίστοιχα της λίμνης και της θάλασσας
- Δ. ακριβώς ίδια με της γειτονικής θάλασσας

7. Οι λιμνοθάλασσες συνιστούν το:

- A. 13% των παράκτιων περιοχών παγκοσμίως
- B. 20% των παράκτιων περιοχών παγκοσμίως
- Γ. 3% των παράκτιων περιοχών παγκοσμίως
- Δ. 10% των παράκτιων περιοχών παγκοσμίως

8. Τα συστατικά των νερών των λιμνοθαλασσών προέρχονται από:

- A. το γήινο υπόβαθρο της γης
- B. ανθρωπογενείς δραστηριότητες αποκλειστικά
- Γ. φυσικές διεργασίες και ανθρωπογενείς δραστηριότητες
- Δ. την ατμόσφαιρα

9. Η θερμοκρασία μίας λιμνοθάλασσας είναι:

- A. βιοχημικό χαρακτηριστικό του νερού
- B. μικροβιολογικό χαρακτηριστικό του νερού
- Γ. φυσικοχημικό χαρακτηριστικό του νερού
- Δ. πάντα σταθερή

10. Τα πιο σημαντικά χημικά στοιχεία του νερού είναι:

- A. το οξυγόνο, ο άνθρακας
- B. το άζωτο, ο άνθρακας
- Γ. το υδρογόνο, το ασβέστιο
- Δ. το άζωτο, το ασβέστιο

11. Τα βασικά θρεπτικά συστατικά των φυτικών οργανισμών των λιμνοθαλασσών είναι:

- A. το άζωτο, το ασβέστιο, το πυρίτιο
- B. το άζωτο, ο φωσφόρος, το πυρίτιο
- Γ. ο σίδηρος, ο φωσφόρος, το πυρίτιο
- Δ. ο σίδηρος, το άζωτο, το ασβέστιο

12. Τα μικροθρεπτικά στοιχεία των φυσικών νερών:

- A. είναι ανιόντα αμετάλλων
- B. δεν τα καταναλώνουν οι οργανισμοί
- Γ. βρίσκονται σε μικρή ποσότητα μέσα στο νερό
- Δ. είναι χρήσιμα για τους οργανισμούς σε χαμηλές συγκεντρώσεις

13. Το διαλυμένο οξυγόνο:

- A. προέρχεται από τους οργανισμούς
- B. είναι το οξυγόνο της ατμόσφαιρας
- Γ. συμβολίζεται με BOD
- Δ. είναι το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο

14. Το διαλυμένο οξυγόνο είναι:

- A. βιοχημικό χαρακτηριστικό του νερού
- B. φυσικοχημικό χαρακτηριστικό του νερού
- Γ. μικροβιολογικό χαρακτηριστικό του νερού
- Δ. τίποτα από τα παραπάνω

15. Η οργανική ύλη:

- A. είναι μικροβιολογικό χαρακτηριστικό του νερού
- B. δεν αποτελεί χαρακτηριστικό του νερού
- Γ. είναι βιοχημικό χαρακτηριστικό του νερού
- Δ. είναι φυσικοχημικό χαρακτηριστικό του νερού

16. Τα πρωτόζωα ανήκουν στα:

- A. αβιοτικά χαρακτηριστικά του νερού
- B. μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του νερού
- Γ. φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού
- Δ. βιοχημικά χαρακτηριστικά του νερού

17. Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού έχει ως αποτέλεσμα:

- A. τη μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου
- B. την αύξηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου
- Γ. τη μείωση της αλατότητας της υδάτινης στήλης
- Δ. την αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης

18. Το κατώτατο όριο D.O. απαραίτητο για τους υδρόβιους οργανισμούς είναι:

- A. 1 mg/L

- B. 3 mg/L
- Γ. 7 mg/L
- Δ. 10 mg/L

19. Η παρουσία μεγάλης ποσότητας οργανικής ύλης στα νερά προκαλεί:

- A. αύξηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου
- B. μείωση του ρυθμού κατανάλωσης οξυγόνου
- Γ. μείωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών
- Δ. υπέρμετρη αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης οξυγόνου

20. Το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD) είναι:

- A. το διαλυμένο οξυγόνο (DO)
- B. το βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)
- Γ. διαφορετικό από το DO και από το BOD
- Δ. το άθροισμα του DO και του BOD

21. Η συγκέντρωση του ολικού οργανικού άνθρακα μετρείται σε:

- A. mg/L
- B. mg/g
- Γ. μg/g
- Δ. mg/mL

II.ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ , αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Οι λιμνοθάλασσες επικοινωνούν με τον ωκεανό.
2. Σ Λ Οι λιμνοθάλασσες βρίσκονται μακριά από τη στεριά.
3. Σ Λ Οι λιμνοθάλασσες είναι αβαθή υδάτινα συστήματα.
4. Σ Λ Η ισορροπία μεταξύ νερού και αλατιού στο εσωτερικό μίας λιμνοθάλασσας είναι σταθερή σε όλη την έκταση της λιμνοθάλασσας.
5. Σ Λ Μία λιμνοθάλασσα χαρακτηρίζεται ως στατικό σύστημα.
6. Σ Λ Οι υδρολογικές συνθήκες μίας λιμνοθάλασσας είναι αμετάβλητες.
7. Σ Λ Η γεωμορφολογία μίας λιμνοθάλασσας από τη στιγμή της δημιουργίας της παραμένει σταθερή.
8. Σ Λ Οι υδρολογικοί παράγοντες καθορίζουν τη βιολογική οργάνωση των λιμνοθαλασσών.
9. Σ Λ Στις λιμνοθάλασσες συναντώνται μεταναστευτικά ψάρια.
10. Σ Λ Στις λιμνοθάλασσες έρχονται υδρόβια πουλιά για αναπαραγωγή.
11. Σ Λ Ο όρος λιμνοθάλασσα ταυτίζεται με εκείνον της λίμνη.
12. Σ Λ Τα νερά των λιμνοθαλασσών ανήκουν στα υπόγεια ύδατα.
13. Σ Λ Τα συστατικά των λιμνοθαλασσών έχουν μόνο φυσική προέλευση.

14. Σ Λ Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού μίας λιμνοθάλασσας είναι φυσικοχημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά.
 15. Σ Λ Το διαλυμένο οξυγόνο ανήκει στα βιοχημικά χαρακτηριστικά του νερού.
 16. Σ Λ Η οργανική ύλη προσδιορίζεται αποκλειστικά από τη συγκέντρωση του BOD.
 17. Σ Λ Οι μικροοργανισμοί ανήκουν στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού.
 18. Σ Λ Η διαλυτότητα του οξυγόνου του νερού εξαρτάται από την αλατότητα και από την ατμοσφαιρική πίεση.
- Σ Λ Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού συνεπάγεται αύξηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Οι λιμνοθάλασσες είναι υδάτινες συλλογές, που υπάρχουν σε όλες τις ηπείρους, είναι προσανατολισμένες παράλληλα με τη και χωρίζονται από τον ωκεανό μέσω μίας λωρίδας
2. Όσον αφορά στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μίας λιμνοθάλασσας, οι συνθήκες και η αλατότητα μεταβάλλονται ταχύτατα.
3. Η τιμή της αλατότητας είναι σε κάθε μία λιμνοθάλασσα και επιπλέον, ακόμα και στην ίδια την έκταση μίας λιμνοθάλασσας δεν είναι κατανεμημένα.
4. Τα μη ψάρια περνούν όλη τους τη ζωή στη λιμνοθάλασσα.
5. Τα ψάρια επισκέπτονται τη λιμνοθάλασσα για να γεννήσουν τα τους και στη συνέχεια επιστρέφουν στη θάλασσα.
6. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού διακρίνονται σε, σε και σε μικροβιολογικά.
7. Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό εξαρτάται κυρίως από τη, την της υδάτινης στήλης, καθώς και από την ατμοσφαιρική πίεση.

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1. Να αντιστοιχίσετε την κάθε μία ουσία της στήλης I με μία μόνο από τις τρεις κατηγορίες των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού της στήλης II.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
---------	----------

1.Οργανική ύλη	A.Μικροβιολογικά
2.φύκη	
3.Θερμοκρασία	B.Φυτικοχημικά
4.Διαλυμένο οξυγόνο	
5.Αλατότητα	Γ.Βιοχημικά
6.βακτήρια	

2. Να αντιστοιχίσετε κάθε μία έννοια της στήλης Ι με την συντομογραφία της από τη στήλη ΙΙ.

ΣΤΗΛΗ Ι	ΣΤΗΛΗ ΙΙ
1.Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο	A. D.O.
2.Διαλυμένο οξυγόνο	B. S% ₀
3.Ολικός οργανικός άνθρακας	Γ. B.O.D.
4.Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο	Δ. T.O.C
	E. Cl% ₀
	Z. C.O.D

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να χρησιμοποιήσετε σωστά τους παρακάτω όρους διατυπώνοντας από μία πρόταση που να τον περιέχει.

Λιμνοθάλασσα	Αλατότητα	Υδροβία πουλιά	Διαλυμένο οξυγόνο
--------------	-----------	----------------	-------------------

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

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Γιατί οι λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται ως δυναμικά οικοσυστήματα;

.....

2. Σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται τα ψάρια που συναντάμε στις λιμνοθάλασσες;
.....
3. Να γράψετε τρεις παράγοντες που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά μίας λιμνοθάλασσας.
.....
4. Ποια είναι τα μικροθρεπτικά στοιχεία των φυσικών υδάτων;
.....
5. Πώς μπορούμε να μετρήσουμε την ποσότητα της οργανικής ύλης που υπάρχει σε μία λιμνοθάλασσα;
.....

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 1

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Η τιμή της αλατότητας μίας λιμνοθάλασσας:

- A. καθορίζει και τις τιμές της θερμοκρασίας
- B. παραμένει σταθερή όλο το έτος
- Γ. είναι η ίδια για όλες τις λιμνοθάλασσες
- Δ. είναι ίδια σε όλη την έκτασή της

2. Η γεωμορφολογία μίας λιμνοθάλασσας:

- A. είναι ανεπηρέαστη από φυσικές διεργασίες
- B. υφίσταται ταχείς μεταβολές
- Γ. είναι ανεπηρέαστη από τα κύματα της θάλασσας
- Δ. προϋποθέτει απουσία παλίρροιας

3. Μία λιμνοθάλασσα μπορεί να μετατραπεί σε λίμνη γλυκού νερού, αν:

- A. διακοπεί η εισροή αλμυρού νερού
- B. αυξηθεί η εισροή γλυκού νερού
- Γ. το α και β μαζί
- Δ. οι κατακρημνίσεις υπερτερούν της εξάτμισης

4. Όταν υπάρχει μεγάλη ποσότητα οργανικής ύλης στο νερό των υδάτινων οικοσυστημάτων:

- A. είναι καλό για το οικοσύστημα
- B. αυξάνει την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου
- Γ. αυξάνει την ατμοσφαιρική πίεση
- Δ. τότε αυτή συνιστά ρύπο

5. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού χωρίζονται σε:

- A. δύο κατηγορίες
- B. πέντε κατηγορίες
- Γ. τρεις κατηγορίες
- Δ. τέσσερις κατηγορίες

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ , αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Τα κανάλια επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με τον ωκεανό είναι πάντα ανοιχτά.
2. Σ Λ Η θερμοκρασία του νερού της λιμνοθάλασσας είναι ανεξάρτητη από την αλατότητα.
3. Σ Λ Οι λιμνοθάλασσες παρουσιάζουν τοπικό και διεθνές ενδιαφέρον.
4. Σ Λ Τα βασικότερα χημικά στοιχεία του νερού της λιμνοθάλασσας είναι το οξυγόνο, το υδρογόνο και ο άνθρακας.
5. Σ Λ Η οργανική ύλη είναι καλό να υπάρχει στα υδάτινα οικοσυστήματα, ανεξάρτητα από την ποσότητά της.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά στις επόμενες προτάσεις.

1. Τα χαρακτηριστικά μίας λιμνοθάλασσας εξαρτώνται από την παρουσία ποταμών, τους και τις παλίρροιες.
2. Τα νερά των λιμνοθαλασσών, των ποταμών και των λιμνών ανήκουν στα ύδατα και μαζί με τα υπόγεια νερά, συνιστούν τα φυσικά ύδατα του
2. Η ποσότητα της οργανικής ύλης στο νερό μπορεί να προσδιοριστεί με τις μετρήσεις του απαιτούμενου οξυγόνου και του ολικού άνθρακα.

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

- 1) Να αντιστοιχίσετε τον κάθε ένα συμβολισμό από τη στήλη I με τη σωστή περιγραφή της από τη στήλη II:

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. TOC	A. Βαρέα μέταλλα

2. NO_3^-	Β.Μικροθρεπτικά στοιχεία
3. Mn^{2+}	Γ.Οργανική ύλη
4. O_2	Δ.Ατμόσφαιρα
	Ε.Θρεπτικά συστατικά
	Ζ.Διαλυμένο οξυγόνο

2)Να αντιστοιχίσετε τον κάθε μοριακό τύπο ιόντων της στήλης Ι με το κατάλληλο όνομα που θα επιλέξετε από τη στήλη ΙΙ.

ΣΤΗΛΗ Ι	ΣΤΗΛΗ ΙΙ
1. NH_4^+	Α. Φωσφορώδη ιόντα
2. NO_2^-	Β. Πυριτικά ιόντα
3. PO_4^{3-}	Γ. Νιτρώδη ιόντα
4. NO_3^-	Δ. Φωσφορικά ιόντα
	Ε. Αμμωνιακά ιόντα
	Ζ.Νιτρικά ιόντα

Β. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

Ι. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους και τα ονόματα δύο βασικών θρεπτικών συστατικών των λιμνοθαλασσών.

ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑ

2.Να καταγράψετε τους μοριακούς τύπους και τα ονόματα των τριών πιο βασικών χημικών στοιχείων των λιμνοθαλασσών.

ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑ

3. Να γράψετε τρία φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού.

1^ο 2^ο 3^ο

4. Να γράψετε τρία βιοχημικά χαρακτηριστικά του νερού.

1^ο 2^ο 3^ο

5. Να εξηγήσετε ποια είναι η προέλευση του οξυγόνου του νερού των λιμνοθαλασσών.

.....
.....

4^η Συνάντηση

Κατά την τέταρτη συνάντηση, ο εκπαιδευτικός χωρίζει τις ομάδες των τεσσάρων ατόμων σε μικρότερες των δύο ατόμων. Η κάθε μία ομάδα έχει μπροστά της έναν υπολογιστή, τον οποίο θα χρησιμοποιήσει.

Την πρώτη ώρα, ο καθηγητής θα δώσει οδηγίες προς τους μαθητές, ώστε να αναζητήσουν πληροφορίες στο διαδίκτυο. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές ανοίγουν τους υπολογιστές, κάνουν αριστερό κλικ στο κουμπί «έναρξη», μετά διπλό αριστερό κλικ στο κουμπί «internet explorer» και στην ιστοσελίδα που εμφανίζεται μπροστά τους, πληκτρολογούν «ρόλος των λιμνοθαλασσών» και «αξία των λιμνοθαλασσών». Στη συνέχεια, για 10 min τα μέλη κάθε ομάδας συζητούν μεταξύ τους τις πληροφορίες που βρήκαν. Μετά, μέχρι το τέλος της ώρας, γίνεται συζήτηση μέσα στην τάξη, υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, γύρω από αυτά τα δύο θέματα.

Την επόμενη ώρα η κάθε μία ομάδα έχει μπροστά της το φύλλο εργασίας 2 (ΦΕ2). Τα μέλη της θα πρέπει να συνεργαστούν για να το συμπληρώσουν μέσα σε 10 min. Αμέσως μετά θα συζητηθούν στην τάξη οι σωστές απαντήσεις. Τέλος, σε κάθε ένα μαθητή μοιράζεται το φύλλο αξιολόγησης 2, το οποίο θα πρέπει να συμπληρωθεί ατομικά μέσα σε 10 min (ΦΑ2).

Οι διδακτικοί στόχοι της τέταρτης συνάντησης είναι οι μαθητές:

- ✓ Να γνωρίσουν τις λειτουργίες των λιμνοθαλασσών.
- ✓ Να εκτιμήσουν την αξία των λιμνοθαλασσών.
- ✓ Να πληροφορηθούν ότι η Ελλάδα είναι μία χώρα πολύ πλούσια σε υγρότοπους.
- ✓ Να αποδεχθούν ότι η αειφορική διαχείριση είναι απαραίτητη για την αναγνώριση της αξίας των λιμνοθαλασσών και γενικότερα όλων των υγροτόπων.
- ✓ Να είναι ικανοί να αναζητούν πληροφορίες στο διαδίκτυο.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Όλοι οι υγρότοποι:

- A. επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες
- B. επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες με τον ίδιο τρόπο
- Γ. επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες με τον ίδιο τρόπο
- Δ. επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες με διαφορετικό τρόπο

2. Οι λιμνοθάλασσες:

- A. εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφορείς
- B. απομακρύνουν το νερό των υπόγειων υδροφορέων
- Γ. δεν έχουν σχέση με τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων
- Δ. κάποιες φορές εμπλουτίζουν και κάποιες φορές απομακρύνουν το νερό των υπόγειων υδροφορέων

3. Οι λιμνοθάλασσες:

- A. αυξάνουν την πλημμυρική αιχμή
- B. αποθηκεύουν το νερό της πλημμύρας
- Γ. συμβάλλουν στη δημιουργία πλημμύρας
- Δ. δεν αποθηκεύουν το νερό της πλημμύρας

4. Οι λιμνοθάλασσες ρυθμίζουν τη θερμοκρασία των παρόχθιων περιοχών, γιατί:

- A. το νερό τους έχει μικρή θερμοχωρητικότητα
- B. το νερό τους έχει πάντα πολύ υψηλή θερμοκρασία
- Γ. είναι αβαθή υδάτινα οικοσυστήματα
- Δ. αποθηκεύουν και απελευθερώνουν θερμότητα

5. Οι λιμνοθάλασσες στηρίζουν τα τροφικά πλέγματα, γιατί:

- A. είναι μικρή η βιοποικιλότητα
- B. αυτά τα τροφικά πλέγματα είναι ιδιαίτερα απλά
- Γ. η υγροτοπική βλάστηση παρέχει τροφή στους ετερότροφους οργανισμούς
- Δ. υπάρχει μικρή ποσότητα φυτοπλαγκτού στις όχθες και στο εσωτερικό τους

6. Οι λειτουργίες των λιμνοθαλασσών τους προσδίδουν αξίες ιδιαίτερα σημαντικές:

- A. μόνο για τον άνθρωπο
- B. μόνο για το περιβάλλον
- Γ. για το περιβάλλον και λιγότερο σημαντικές για τον άνθρωπο
- Δ. τόσο για το περιβάλλον όσο και για τον άνθρωπο

7. Οι λιμνοθάλασσες έχουν μεγάλη βιολογική αξία, λόγω:
- A. της μεγάλης βιοποικιλότητας
 - B. της μικρής βιοποικιλότητας
 - Γ. του μεγάλου αριθμού φυτοπλαγκτόν
 - Δ. των πολλών ξενικών ειδών
8. Οι λιμνοθάλασσες παρέχουν νερό για άρδευση, το οποίο είναι:
- A. αρκετό σε ποσότητα, αλλά χωρίς να βελτιώνει την απόδοση των καλλιεργιών
 - B. μικρής ποσότητας, αλλά βελτιώνει σε ποιότητα την απόδοση των καλλιεργιών
 - Γ. αρκετό σε ποσότητα και ποιοτικά βελτιώνει την απόδοση των καλλιεργιών
 - Δ. μικρής ποσότητας και χωρίς να βελτιώνει ποιοτικά την απόδοση των καλλιεργιών
9. Οι λιμνοθάλασσες:
- A. προστατεύουν τους κοντινούς οικισμούς από πλημμύρες
 - B. αποξηραίνονται για να μην πλημμυρίζουν οι κοντινοί οικισμοί
 - Γ. που έχουν βάθος μέχρι 1 m συμβάλλουν στη δημιουργία πλημμύρας
 - Δ. είναι γνωστές για την ικανότητα δημιουργίας πλημμύρας
10. Η κτηνοτροφική αξία των παρόχθιων περιοχών της λιμνοθάλασσας οφείλεται:
- A. στη μεγάλη βιοποικιλότητα της λιμνοθάλασσας
 - B. στα μεταναστευτικά ψάρια
 - Γ. στη μικρή βιοποικιλότητα της λιμνοθάλασσας
 - Δ. στην πλούσια βοσκήσιμη ύλη και τη μακρά περίοδο βλάστησης
11. Οι υφάλμυρες λιμνοθάλασσες έχουν τεράστια αλιευτική αξία, γιατί:
- A. είναι οικοσυστήματα με πολύ υψηλή παραγωγικότητα
 - B. είναι οικοσυστήματα με περίπλοκα τροφικά πλέγματα
 - Γ. τα τροφικά πλέγματα είναι πιο απλά σε σχέση με εκείνα της θάλασσας
 - Δ. έχουν αβαθή νερά
12. Η αποκατάσταση των λιμνοθαλασσών:
- A. είναι εύκολη
 - B. είναι δύσκολη
 - Γ. μπορεί να επιτευχθεί μέσα σε μερικές ημέρες
 - Δ. δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική
13. Στην χώρα μας ο αριθμός των υγροτόπων είναι:
- A. 265
 - B. 178
 - Γ. 450
 - Δ. 378
14. Η αειφορική διαχείριση των ελληνικών λιμνοθαλασσών:

- A. στοχεύει στην διατήρηση και τη διαχείριση των λιμνοθαλασσών
- B. μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μικρό χρονικό διάστημα
- Γ. είναι απλή διαδικασία
- Δ. δεν έχει ξεκινήσει να υλοποιείται

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ , αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Όλοι οι υγρότοποι επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες.
2. Σ Λ Η βιοποικιλότητα των λιμνοθαλασσών είναι μικρή.
3. Σ Λ Τα τροφικά πλέγματα των λιμνοθαλασσών είναι πιο απλά από εκείνα των χερσαίων οικοσυστημάτων.
4. Σ Λ Η Ελλάδα είναι μία χώρα αρκετά φτωχή σε υγρότοπους.
5. Σ Λ Οι λιμνοθάλασσες παρέχουν νερό για ύδρευση.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά στις επόμενες προτάσεις.

1. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λειτουργίες των λιμνοθαλασσών, δηλαδή οι φυσικές, οι και οι βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα.
2. Οι λιμνοθάλασσες και οι λίμνες έχουν αλιευτική αξία, λόγω της μεγάλης παραγωγής, που οφείλεται στο ότι είναι χώροι, χώροι για διαχείμανση και γενικά οικοσυστήματα με πολύ παραγωγικότητα.
3. Όλοι οι υγρότοποι μπορούν και βελτιώνουν την του νερού, λόγω της λειτουργίας τους ως παγίδες φερτών υλικών και ρύπων από τις δραστηριότητες που διεξάγονται στο εσωτερικό τους και στις περιοχές.
4. Οι λιμνοθάλασσες έχουν επιστημονική και εκπαιδευτική αξία, καθώς η των φυσικών γνωρισμάτων, η των ειδών, η ομορφιά των υδρόβιων πουλιών και οι ποικίλες χρήσεις κάνουν τους υγρότοπους ελκυστικούς χώρους για έρευνα και

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1) Να αντιστοιχίσετε κάθε μία λειτουργία των λιμνοθαλασσών της στήλης I με τον κατάλληλο όρο από τη στήλη II.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. Μεγάλη θερμοχωρητικότητα	A. Φώλιασμα και αναπαραγωγή
2. Ετερότροφοι οργανισμοί	B. Διαπνοή
3. Αποθήκευση ενέργειας	Γ. Δεξαμενές υλικών
4. Παγίδες θρεπτικών συστατικών	Δ. Διατήρηση βιοποικιλότητας

	Ε. Θερμοκρασία παρόχθιας περιοχής
--	-----------------------------------

2) Να αντιστοιχίσετε κάθε μία αξία των λιμνοθαλασσών της στήλης Ι με την κατάλληλη έννοια από τη στήλη ΙΙ.

ΣΤΗΛΗ Ι	ΣΤΗΛΗ ΙΙ
1. Αλιευτική αξία	Α. Δεξαμενές υλικών
2. Αρδευτική αξία	Β. Αρχαιολογικοί χώροι
3. Χώροι αναψυχής	Γ. Υψηλή παραγωγικότητα
4. Πολιτιστική αξία	Δ. Παρατήρηση πουλιών
	Ε. Καλλιεργούμενα φυτά

Β. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

Ι. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

- Να αναφέρετε ονομαστικά δύο λειτουργίες των λιμνοθαλασσών.
1^η
2^η
- Ποιες είναι κατά τη γνώμη σας οι σημαντικότερες τρεις αξίες των λιμνοθαλασσών;
1^η 2^η 3^η
- Ποιος είναι ο ορισμός της βιοποικιλότητας;
.....
- Να γράψετε πόσοι υγρότοποι υπάρχουν στην Ελλάδα.
Αριθμός υγροτόπων:

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 2

Α. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Ι. ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

- Οι λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται ως δεξαμενές υλικών, γιατί παγιδεύουν νερό και:
Α. ανόργανα ιζήματα
Β. θρεπτικά συστατικά
Γ. οργανικό υλικό
Δ. όλα τα παραπάνω

2. Οι λιμνοθάλασσες εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφορείς:
 - A. από τη λεκάνη απορροής
 - B. από την επιφάνεια της υδάτινης στήλης
 - Γ. από την επιφάνεια του πυθμένα
 - Δ. καθόλη τη διάρκεια του έτους
3. Λόγω της υγροτοπικής βλάστησης, οι ετερότροφοι οργανισμοί:
 - A. βρίσκουν τροφή και χώρους αναπαραγωγής
 - B. μεταναστεύουν
 - Γ. δεν βρίσκουν εύκολα τροφή
 - Δ. δεν βρίσκουν χώρους για να ξεχειμωνιάσουν
4. Είναι αρκετά σημαντική η κλιματική αξία των λιμνοθαλασσών, γιατί:
 - A. παγιδεύουν ανόργανα ιζήματα
 - B. έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα
 - Γ. έχουν μία αντιπλημμυρική ικανότητα
 - Δ. μειώνουν τις ζημιές από τους παγετώνες και τους καύσωνες
5. Η αειφορική διαχείριση των λιμνοθαλασσών της Ελλάδας:
 - A. δεν είναι απαραίτητη
 - B. έχει ήδη ξεκινήσει
 - Γ. δεν σχετίζεται με την προστασία τους
 - Δ. πρόκειται να ξεκινήσει σύντομα

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Η αειφορική διαχείριση των λιμνοθαλασσών είναι απλή διαδικασία.
2. Σ Λ Ανάμεσα στις αξίες των λιμνοθαλασσών, βρίσκεται η κτηνοτροφική αξία.
3. Σ Λ Στην Ελλάδα γίνεται ήδη η αναγνώριση της σημασίας των λιμνοθαλασσών.
4. Σ Λ Το νερό της λιμνοθάλασσας απορροφά το CO₂ της ατμόσφαιρας.
5. Σ Λ Σε μία λιμνοθάλασσα είναι απαραίτητοι οι κανονισμοί για την αλιεία.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά στις επόμενες προτάσεις.

1. Η αποκατάσταση των λιμνοθαλασσών και γενικότερα των είναι δύσκολη. Παρόλα αυτά, υπάρχουν τρόποι της καταστροφής τους, όπως για παράδειγμα αυστηροί κανονισμοί για το κυνήγι και την, επιλεγμένες μέθοδοι γεωργίας και στη γύρω περιοχή, καθώς και δημιουργία ειδικών χώρων απορριμμάτων και βιολογικού καθαρισμού του νερού.

2. Η απογραφή των υδροτόπων της χώρας μας, που πραγματοποιήθηκε το από το Ελληνικό Κέντρο-υδροτόπων, σε συνεργασία με το τμήμα φυσικού περιβάλλοντος του, αποκάλυψε ότι υπάρχουνυδροτόποι στη χώρα μας, συνολικής έκτασης δύο εκατομμυρίων στρεμμάτων.

3. Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα γίνεται προσπάθεια για την της σημασίας των λιμνοθαλασσών της χώρας. Η διαχείριση βέβαια είναι δύσκολη και απαιτεί χρόνο μέχρι να πραγματοποιηθεί.

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε δύο λειτουργίες των λιμνοθαλασσών.
.....
.....
2. Να εξηγήσετε με μία πρόταση γιατί είναι σημαντική η γνώση των αξιών των λιμνοθαλασσών.
.....
3. Να πείτε μέσα σε δύο μικρές προτάσεις εάν κατά τη γνώμη σας είναι απαραίτητη η αειφορική διαχείριση των λιμνοθαλασσών της Ελλάδος.
.....
.....

5^η Συνάντηση

Την πρώτη ώρα της πέμπτης συνάντησης, ένας καθηγητής του τομέα περιβάλλοντος από το τμήμα χημείας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών επισκέπτεται την τάξη, ώστε να κάνει μία διάλεξη σχετική με τη ρύπανση των λιμνοθαλασσών.

Την επόμενη ώρα οι μαθητές χωρίζονται στις αρχικές ομάδες των τεσσάρων ατόμων και κάθε ομάδα καλείται να συμπληρώσει το φύλλο εργασίας 3 (ΦΕ3) μέσα σε 10 min. Μετά, ακολουθεί διάλογος υπό την καθοδήγηση του καθηγητή για τις σωστές απαντήσεις. Τέλος, σε κάθε ένα μαθητή μοιράζεται το φύλλο αξιολόγησης 3 (ΦΑ3). Ο καθένας το συμπληρώνει ατομικά και προς το τέλος της ώρας συζητώνται οι σωστές απαντήσεις, με στόχο την αυτοδιόρθωση.

Οι διδακτικοί στόχοι της πέμπτης συνάντησης είναι οι μαθητές:

- ✓ Να γνωρίσουν τις πηγές ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- ✓ Να γνωρίσουν τους ρύπους των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- ✓ Να αποδεχθούν τις συνέπειες της ρύπανσης των λιμνοθαλασσών στη βιοποικιλότητα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Οι πηγές ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι:
 - A. αποκλειστικά οι φυσικές διεργασίες
 - B. αποκλειστικά οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες
 - Γ. οι φυσικές διεργασίες ως κύρια πηγή και σε μικρότερο βαθμό οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες
 - Δ. κυρίως οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες και σε μικρότερο βαθμό οι φυσικές διεργασίες.

2. Η πρώτη ανθρωπογενής δραστηριότητα σε λιμνοθάλασσες ήταν η:
 - A. αποξήρανση
 - B. αφαλάτωση
 - Γ. αλιεία
 - Δ. κτηνοτροφία

3. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση των λιμνοθαλασσών λόγω της παρέμβασης του ανθρώπου οφείλεται:
 - A. στην ανάπτυξη της βιομηχανίας
 - B. στην κατασκευή οικισμών στην ακτή της λιμνοθάλασσας
 - Γ. στην ανάπτυξη της γεωργίας
 - Δ. σε όλα τα παραπάνω

4. Οι παραβάσεις της αλιευτικής νομοθεσίας:
 - A. δεν επηρεάζουν τη βιοποικιλότητα της λιμνοθάλασσας
 - B. απειλούν αρκετά είδη οργανισμών
 - Γ. δεν υφίστανται
 - Δ. απειλούν μερικά είδη ψαριών

5. Ανάμεσα στις φυσικές διεργασίες που ευθύνονται για την περιβαλλοντική υποβάθμιση των λιμνοθαλασσών είναι:
 - A. η εξάτμιση
 - B. οι κατακρημνίσεις
 - Γ. η διάβρωση

- Δ. ο υψηλός ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου
6. Οι ρύποι των υδάτινων οικοσυστημάτων χωρίζονται σε:
- Α. τέσσερις κατηγορίες
 - Β. δύο κατηγορίες
 - Γ. τρεις κατηγορίες
 - Δ. πέντε κατηγορίες
7. Οι ρύποι μεταφέρονται στους φυσικούς αποδέκτες:
- Α. από την ατμόσφαιρα
 - Β. από τα υγρά απόβλητα
 - Γ. από τα Α και Β μαζί
 - Δ. με άμεσο τρόπο μόνο
8. Ο βαθμός ευαισθησίας ενός υδάτινου οικοσυστήματος στους ρύπους εξαρτάται από:
- Α. τις κατακρημνίσεις
 - Β. τη δυνατότητα ανανέωσης του νερού
 - Γ. την έκτασή του
 - Δ. τον αριθμό του φυτοπλαγκτού
9. Οι συμβατικοί ρύποι προέρχονται από:
- Α. ανθρωπογενείς δραστηριότητες
 - Β. φυσικές διεργασίες
 - Γ. το Α και Β μαζί
 - Δ. τις φυσικές διεργασίες περισσότερο και σε μικρότερη ποσότητα από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες
10. Στους συμβατικούς ρύπους ανήκει :
- Α. ο Fe
 - Β. τα ιόντα NH_4^+
 - Γ. το εντομοκτόνο DDT
 - Δ. το CO_2
11. Για την οργανική ύλη ισχύει ότι:
- Α. είναι ρύπος των λιμνοθαλασσών
 - Β. δεν είναι ρύπος των λιμνοθαλασσών
 - Γ. προκαλεί αποξυγόνωση στο νερό των λιμνοθαλασσών
 - Δ. το Α και το Γ
12. Η ποσότητα του οξυγόνου που χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς για την αερόβια αποικοδόμηση της οργανικής ύλης ονομάζεται:
- Α. χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο
 - Β. βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο

- Γ. διαλυμένο οξυγόνο
- Δ. μοριακό οξυγόνο

13. Τα συμπτώματα του ευτροφισμού ενός υδάτινου οικοσυστήματος εμφανίζονται:

- A. την άνοιξη και το φθινόπωρο
- B. το χειμώνα και το καλοκαίρι
- Γ. την άνοιξη και το καλοκαίρι
- Δ. το καλοκαίρι και το φθινόπωρο

14. Ένας φυσικός δείκτης ευτροφισμού είναι:

- A. η μείωση της πυκνότητας του νερού
- B. η αύξηση του πληθυσμού των ετερότροφων οργανισμών
- Γ. η μείωση της διαφάνειας του νερού
- Δ. η αύξηση της ιχθυοπανίδας

15. Στους χημικούς δείκτες του ευτροφισμού δεν ανήκει:

- A. η έλλειψη οξυγόνου στον πυθμένα
- B. ο υπερκορεσμός του οξυγόνου στην επιφάνεια της υδάτινης στήλης
- Γ. η δυσοσμία του νερού
- Δ. η αύξηση του λόγου N/P

16. Στους μη συμβατικούς ρύπους δεν ανήκει:

- A. N_2
- B. As
- Γ. Cr
- Δ. Hg

17. Στις τοξικές οργανικές ουσίες που συντίθενται από τον άνθρωπο ανήκουν:

- A. οι φαινόλες
- B. τα παρασιτοκτόνα
- Γ. τα εντομοκτόνα
- Δ. όλα τα παραπάνω

18. Οι τοξικές οργανικές ενώσεις που συντίθενται από τον άνθρωπο, ευθύνονται για:

- A. βιοσυσσώρευση
- B. καρκίνο
- Γ. τερατογενέσεις
- Δ. όλα τα παραπάνω

19. Η όξινη βροχή περιέχει:

- A. μόνο H_2SO_4
- B. μόνο HNO_3

Γ. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$

Δ. $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3$

20. Τα μέταλλα των υδάτινων οικοσυστημάτων προέρχονται από:

A. φυσικές διεργασίες

B. ανθρωπογενείς δραστηριότητες

Γ. τη δράση των μικροοργανισμών

Δ. το A και B μαζί

21. Στα βαρέα μέταλλα δεν ανήκει:

A. Fe

B. Hg

Γ. Cd

Δ. Pb

22. Τα βαρέα μέταλλα βρίσκονται:

A. στην ατμόσφαιρα

B. στο έδαφος

Γ. στο νερό

Δ. σε όλα τα παραπάνω

23. Τα βαρέα μέταλλα:

A. είναι τοξικά για τον άνθρωπο

B. είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο σε μικρές συγκεντρώσεις

Γ. είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο σε μεγάλες συγκεντρώσεις

Δ. ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου

24. Ο σίδηρος:

A. είναι ιχνοστοιχείο απαραίτητο για τον άνθρωπο

B. είναι τοξικός για τον άνθρωπο

Γ. βιοσυσσωρεύεται στην τροφική αλυσίδα

Δ. είναι απαραίτητος για τον άνθρωπο σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις

25. Το κάδμιο:

A. είναι ιχνοστοιχείο απαραίτητο για τον άνθρωπο

B. είναι τοξικό μέταλλο για τον άνθρωπο

Γ. είναι στοιχείο απαραίτητο για τον άνθρωπο σε μεγάλες συγκεντρώσεις

Δ. είναι στοιχείο απαραίτητο για την επιβίωση των ψαριών των λιμνοθαλασσών.

26. Ο μόλυβδος:

A. βρίσκεται φυσιολογικά στα υδάτινα οικοσυστήματα

B. αποτελεί συμβατικό ρύπο

- Γ. δεν αποτελεί ρύπο των υδάτινων οικοσυστημάτων
Δ. δεν χρησιμοποιείται πια στη βενζίνη, λόγω της τοξικότητάς του

27. Ο οργανικός υδράργυρος:

- A. είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον ανθρώπινο οργανισμό
B. είναι πιο τοξικός από τον ανόργανο υδράργυρο
Γ. αποτελεί συμβατικό ρύπο
Δ. είναι λιγότερο τοξικός από τον ανόργανο υδράργυρο

28. Στα φυτοτοξικά στοιχεία δεν ανήκει το χημικό στοιχείο:

- A. Fe
B. Zn
Γ. Cu
Δ. Ni

29. Η θερμική ρύπανση των υδάτινων οικοσυστημάτων οφείλεται:

- A. στα βαρέα μέταλλα
B. στις τοξικές οργανικές ενώσεις που συνθέτει ο άνθρωπος
Γ. στην αποχέτευση θερμών αποβλήτων μέσα στο σύστημα
Δ. στους συμβατικούς ρύπους

30. Ο ιός της πολυομυελίτιδας:

- A. συνιστά παθογόνο μικροοργανισμό που αποτελεί ρύπο για τα νερά
B. δεν επηρεάζει την ποιότητα των φυσικών νερών
Γ. συνιστά μη παθογόνο μικροοργανισμό, χωρίς να αποτελεί ρύπο για τα νερά
Δ. είναι μικροοργανισμός που άλλοτε συμπεριφέρεται ως παθογόνος και άλλοτε ως μη παθογόνος για τα υδάτινα οικοσυστήματα

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Τα ιόντα PO_4^{3-} είναι συμβατικοί ρύποι των λιμνοθαλασσών.
2. Σ Λ Τα ιόντα NO_2^- είναι μη συμβατικοί ρύποι των λιμνοθαλασσών.
3. Σ Λ Το υδάτινο περιβάλλον προσπαθεί από μόνο του να επαναφέρει την ισορροπία μετά από διαταραχή.
4. Σ Λ Τα αμμωνιακά ιόντα είναι μη συμβατικοί ρύποι του νερού.
5. Σ Λ Η διάσπαση οργανικής ύλης στο νερό μπορεί να γίνει παρουσία ή απουσία αέρα.
6. Σ Λ Τα θρεπτικά άλατα, σε οποιαδήποτε συγκέντρωση, είναι απαραίτητα για τη διατήρηση των υδάτινων οικοσυστημάτων.
7. Σ Λ Ένας χημικός δείκτης για την παρουσία ευτροφισμού είναι η υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου στον πυθμένα της λιμνοθάλασσας.

8. Σ Λ Τα εντομοκτόνα είναι συμβατικοί ρύποι των λιμνοθαλασσών.
9. Σ Λ Στην Ελλάδα είναι έντονο το περιβαλλοντικό πρόβλημα της όξινης βροχής.
10. Σ Λ Όλα τα μέταλλα είναι τοξικά για τον άνθρωπο.
11. Σ Λ Το Cd είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για την ανάπτυξη του ανθρώπου.
12. Σ Λ Ο Hg ανήκει στα βαρέα μέταλλα.
13. Σ Λ Τα φυτοτοξικά στοιχεία προέρχονται κυρίως από βιομηχανικά και κτηνοτροφικά απόβλητα.
14. Σ Λ Το B, σε υψηλές συγκεντρώσεις στο αρδευτικό νερό επιφέρει επιβλαβείς επιδράσεις στις καλλιέργειες.
15. Σ Λ Κατά τη θερμική ρύπανση των λιμνοθαλασσών, προκαλείται μείωση της κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου.
16. Σ Λ Η απόρριψη θερμικών αποβλήτων στα επιφανειακά ύδατα του πλανήτη προστατεύεται από Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
17. Σ Λ Όλοι οι μικροοργανισμοί των λιμνοθαλασσών είναι αβλαβείς για τα ψάρια.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά στις επόμενες προτάσεις.

1. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στις λιμνοθάλασσες της Μεσογείου ξεκίνησαν από τα μέσα τουαιώνα.
2. Οι ρύποι είναι ουσίες που προέρχονται από ανθρωπογενείς, όπως για παράδειγμα η οργανική, ενώσεις του, όπως τα αμμωνιακά, τα νιτρώδη και τα νιτρικά άλατα και ενώσεις του φωσφόρου, με βασικότερη ταάλατα.
3. Η οργανική ύλη είναι, γιατί μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του νερού, γεγονός που οδηγεί σε ή ακόμη και σε εξαφάνιση των ειδών των υδρόβιων
4. Είναι γνωστό ότι τα φρέσκα λύματα περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις και αζώτου, το οποίο μετατρέπεται σε αμμωνία και στη συνέχεια σε νιτρικά ιόντα.
5. Η αμμωνία είναι ιδιαίτερα για τα ψάρια και επιπλέον οι υψηλές συγκεντρώσεις των στο πόσιμο νερό μπορούν να προκαλέσουν νιτρική κυάνωση στον άνθρωπο.
6. Για τη μείωση της τοξικότητας κάποιοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες όπως το, που είχε χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, έχουν αντικατασταθεί με και καρβαμικά, τα οποία είναι μεν τοξικά, αλλά είναι και έτσι δεν συγκεντρώνονται στην τροφική αλυσίδα.

7. Θερμική ρύπανση είναι ητης θερμοκρασίας των υδάτινων σωμάτων εξαιτίας της αποχέτευσης αποβλήτων, συνήθως νερού ενεργειακών σταθμών και άλλων εργοστασίων και αυτό δημιουργεί δυσάρεστες και μη ανεκτές καταστάσεις για το υδάτινο

8. Τέλος, σημαντική πηγή επιβάρυνσης των υδάτινων σωμάτων με μικροοργανισμούς, δηλαδήμόλυνση του νερού, είναι τα αστικά και απόβλητα, που περιέχουν περιττώματα ανθρώπων και ζώων.

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1) Να αντιστοιχίσετε κάθε μία κατηγορία ρύπων της στήλης Ι με τον κατάλληλο ρύπο από τη στήλη ΙΙ.

ΣΤΗΛΗ Ι	ΣΤΗΛΗ ΙΙ.
1. Συμβατικός ρύπος	A. Βακτήριο της χολέρας
2. Μη συμβατικός ρύπος	B. Θερμά απόβλητα
3. Παθογόνος μικροοργανισμός	Γ. Fe
4. Θερμικοί ρύποι	Δ. NO_3^-
	E. Hg

2) Να αντιστοιχίσετε κάθε ρύπο της στήλης Ι με το περιβαλλοντικό πρόβλημα της ΙΙ.

ΣΤΗΛΗ Ι	ΣΤΗΛΗ ΙΙ
1. NO_3^-	A. Αποξυγόνωση του νερού
2. Θερμά απόβλητα	B. Όξινη βροχή
3. B.O.D.	Γ. Βιοσυσσώρευση
4. Cd	Δ. Αύξηση θερμοκρασίας του νερού
	E. Ευτροφισμός

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να εξηγήσετε για ποιο λόγο οι υψηλές συγκεντρώσεις οργανικής ύλης στα υδάτινα οικοσυστήματα συνιστούν ρύπο.

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

2. Να περιγράψετε το περιβαλλοντικό πρόβλημα του ευτροφισμού.

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

3. Να αναφέρετε τον μοριακό τύπο και το όνομα τριών βαρέων μετάλλων, καθώς και μία συνέπεια που προκαλεί καθένα σε ένα υδάτινο οικοσύστημα.

ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε ονομαστικά τρεις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που συνιστούν πηγές ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων.

1^η
2^η
3^η

2. Να αναφέρετε τρεις συμβατικούς ρύπους του νερού.

1^{ος}
2^{ος}
3^{ος}

3. Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις της αερόβιας και της αναερόβιας διάσπασης της οργανικής ύλης.

Αερόβια διάσπαση:

Αναερόβια διάσπαση:

4. Να δώσετε έναν ορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου.

.....

5. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους και τα ονόματα πέντε μη συμβατικών ρύπων.

ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑ

6. Να γράψετε ονομαστικά τρεις τοξικές συνθετικές οργανικές ενώσεις.

1^η

2^η

3^η

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 3

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση των λιμνοθαλασσών οφείλεται κυρίως στο ότι:

A. οι λιμνοθάλασσες αποτελούν χώρους οικονομικού ενδιαφέροντος

B. στο εσωτερικό τους λαμβάνουν χώρα αρκετές φυσικές διεργασίες

Γ. συνιστούν αβαθή οικοσυστήματα

Δ. οι κλιματικές αλλαγές των τελευταίων ετών είναι πολύ μεγάλες

2. Ο βαθμός ευαισθησίας των υδάτινων οικοσυστημάτων στους ρύπους:

A. είναι ίδιος για όλα τα υδάτινα οικοσυστήματα

B. εξαρτάται από τη δυνατότητα ανανέωσης του νερού

Γ. εξαρτάται από το pH του νερού

Δ. εξαρτάται από την προέλευση των ρύπων

3. Σημειακές πηγές ρύπανσης θεωρούνται:

A. οι βιομηχανικές δραστηριότητες

B. οι κτηνοτροφικές δραστηριότητες

Γ. οι αστικές δραστηριότητες

Δ. όλα τα παραπάνω

4. Η αποξυγόνωση του νερού:

- A. έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της βιοποικιλότητας μίας λιμνοθάλασσας
- B. είναι φαινόμενο σπάνιο
- Γ. είναι φαινόμενο κατά το οποίο η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου μειώνεται
- Δ. το B και το Γ μαζί

5. Η θερμική ρύπανση του νερού:

- A. δεν έχει σχέση με την αποξυγόνωση
- B. οφείλεται σε μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας του νερού
- Γ. οφείλεται στους παθογόνους μικροοργανισμούς
- Δ. οφείλεται στα βαρέα μέταλλα

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι η μοναδική πηγή ρύπανσης των λιμνοθαλασσών.
2. Σ Λ Τα θρεπτικά άλατα ανήκουν στους μη συμβατικούς ρύπους του νερού.
3. Σ Λ Τα νιτρικά ιόντα είναι ο μοναδικός ρύπος που προκαλεί ευτροφισμό.
4. Σ Λ Η αμμωνία είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των ψαριών, ανεξάρτητα από τη συγκέντρωσή της μέσα στο νερό.
5. Σ Λ Η οργανική ύλη είναι ρύπος, γιατί βιοσυσσωρεύεται στην τροφική αλυσίδα.
6. Σ Λ Τα βαρέα μέταλλα είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ισορροπίας των λιμνοθαλασσών.
7. Σ Λ Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μέσα σε μία λιμνοθάλασσα βοηθούν την ανάπτυξη των ανώτερων οργανισμών που ζουν εκεί.
8. Σ Λ Τα θερμικά απόβλητα είναι ρύποι, λόγω της παρουσίας παθογόνων μικροβίων σε αυτά.

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε δύο πηγές ρύπανσης των λιμνοθαλασσών.

1^η 2^η

2. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους και τα ονόματα τριών συμβατικών ρύπων των λιμνοθαλασσών.

ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑ
----------------	-------

3. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους και τα ονόματα τριών μη συμβατικών ρύπων των λιμνοθαλασσών.

ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑ

4. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει την αερόβια διάσπαση της οργανικής ύλης.

.....

5. Να γράψετε τα λατινικά ονόματα τριών παθογόνων μικροοργανισμών που συνιστούν ρύπους των λιμνοθαλασσών.

1^ο 2^ο 3^ο

6^η Συνάντηση

Κατά την έκτη συνάντηση, οι μαθητές και πάλι δουλεύουν στις ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Κάθε ομάδα έχει μπροστά της έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, τον οποίο θα χρησιμοποιήσει υπό την καθοδήγηση του επιβλέποντος καθηγητή.

Πιο συγκεκριμένα, την πρώτη ώρα οι μαθητές ανοίγουν τους υπολογιστές, κάνουν αριστερό κλικ στο κουμπί «έναρξη», μετά διπλό αριστερό κλικ στο κουμπί «internet explorer» και στην ιστοσελίδα που εμφανίζεται μπροστά τους πληκτρολογούν «διαχείριση των λιμνοθαλασσών» ,«δράσεις σε λιμνοθάλασσες της Ελλάδας» και «Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά». Τα μέλη κάθε ομάδας συζητούν μεταξύ τους αυτά τα θέματα για 15 min. Μετά, στο χρονικό διάστημα που έχει απομείνει, πραγματοποιείται συζήτηση μέσα στην τάξη, υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, σχετική με αυτά τα θέματα.

Τη δεύτερη ώρα η κάθε ομάδα πρέπει να συμπληρώσει το φύλλο εργασίας 4 (ΦΕ4) μέσα σε 10 min. Στη συνέχεια, συζητώνται μέσα στην τάξη οι σωστές απαντήσεις. Τέλος, κάθε μαθητής έχει μπροστά του το φύλλο αξιολόγησης 4 (ΦΑ4), το οποίο πρέπει να συμπληρώσει μέσα σε 10min.

Στο τέλος της διδακτικής ώρας, ο εκπαιδευτικός δίνει οδηγίες προς τους μαθητές για την προετοιμασία της εβδομης συνάντησης. Πιο συγκεκριμένα, μέχρι την επόμενη

συνάντηση, κάθε μαθητής πρέπει να συλλέξει και να καταγράψει πληροφορίες από τον έντυπο και τον ηλεκτρονικό τύπο, σχετικές με το νομικό πλαίσιο προστασίας των υδροτόπων διεθνούς σημασίας και τις προστατευόμενες λιμνοθάλασσες της Ελλάδας.

Οι διδακτικοί στόχοι της έκτης συνάντησης είναι οι μαθητές:

- ✓ Να γνωρίσουν τις δράσεις διαχείρισης των λιμνοθαλασσών.
- ✓ Να αποκτήσουν θετική στάση απέναντι στη διατήρηση της βιοποικιλότητας των λιμνοθαλασσών.
- ✓ Να συνειδητοποιήσουν ότι οι δράσεις αποκατάστασης βοηθούν την θετική αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον.
- ✓ Να αντιληφθούν ότι η Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά έχει μεγάλη σημασία για τη διατήρηση των λιμνοθαλασσών.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Η διαχείριση των λιμνοθαλασσών περιλαμβάνει:

- A. δράσεις προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος
- B. δράσεις διατήρησης της βιοποικιλότητας
- Γ. δράσεις παρακολούθησης
- Δ. όλα τα παραπάνω

2. Η διαχείριση των λιμνοθαλασσών:

- A. έχει ως μοναδικό στόχο τη διατήρηση της βιοποικιλότητας
- B. δεν ασχολείται με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας
- Γ. περιλαμβάνει δράσεις διατήρησης της βιοποικιλότητας
- Δ. είναι οι δράσεις παρακολούθησης των λιμνοθαλασσών

3. Ο σχεδιασμός δράσεων για την προστασία της βιοποικιλότητας των λιμνοθαλασσών:

- A. είναι ανεξάρτητος από την περιβαλλοντική υποβάθμιση λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων
- B. λαμβάνει υπόψιν τις πιέσεις που ασκεί ο άνθρωπος σε αυτά τα υδάτινα οικοσυστήματα
- Γ. περιλαμβάνει συγκεκριμένες διαδικασίες που εφαρμόζονται πιστά σε όλες τις λιμνοθάλασσες
- Δ. είναι ανεξάρτητος από την αειφορική διαχείριση των λιμνοθαλασσών

4. Με την παρακολούθηση γίνεται έλεγχος:

- A. της εφαρμογής των μέτρων που λαμβάνονται
- B. της αποτελεσματικότητας των μέτρων που λαμβάνονται

Γ. της κατάστασης διατήρησης των οικοσυστημάτων

Δ. όλων των παραπάνω

5. Στις διαδικασίες παρακολούθησης των λιμνοθαλασσών δεν ανήκει:

A. η Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά

B. η μέτρηση της αφθονίας των ειδών

Γ. η γεωγραφική εξάπλωση των ειδών

Δ. τίποτα από τα παραπάνω

6. Οι προτεινόμενες λύσεις για την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων των λιμνοθαλασσών :

A. αποκλείουν όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες στο εσωτερικό και στις ακτές των λιμνοθαλασσών

B. λαμβάνουν υπόψιν μόνο τις φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό των λιμνοθαλασσών

Γ. είναι συμβατές με τις κοινωνικοοικονομικές απαιτήσεις

Δ. δεν λαμβάνουν υπόψιν τη σχέση μεταξύ του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

7. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο για τη διαχείριση των υδάτων ισχύει από το:

A. 2000

B. 2012

Γ. 2002

Δ. 2005

8. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο για τη διαχείριση των υδάτων προτείνει μέτρα για τη διατήρηση:

A. των υδάτων των ποταμών

B. των υπόγειων υδάτων

Γ. των υδάτων των λιμνών

Δ. όλων των παραπάνω

9. Οι αρχές και τα μέτρα της Οδηγίας-Πλαισίου:

A. διαφέρουν για κάθε ένα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης

B. είναι τα ίδια για όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Γ. δεν αφορούν το πόσιμο νερό

Δ. αφορούν τα επιφανειακά ύδατα του πλανήτη

10. Η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των υδάτων έχει:

A. έναν και μοναδικό στόχο

B. πέντε στόχους

Γ. δύο στόχους

Δ. τρεις στόχους

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ , αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Η διαχείριση των λιμνοθαλασσών περιλαμβάνει δράσεις διατήρησης της βιοποικιλότητας.
2. Σ Λ Οι δράσεις προστασίας της βιοποικιλότητας των λιμνοθαλασσών είναι απαραίτητες τη σημερινή εποχή.
3. Σ Λ Η διαχείριση των προστατευόμενων περιοχών έχει ως μοναδικό στόχο τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος χωρίς την ικανοποίηση των αναγκών του ανθρώπου.
4. Σ Λ Η παρακολούθηση των λιμνοθαλασσών συνιστά σύντομη διαδικασία.
5. Σ Λ Η Οδηγία-Πλαίσιο στοχεύει στη διατήρηση των υδάτινων οικοσυστημάτων και των εξαρτώμενων χερσαίων οικοσυστημάτων.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Η διαχείριση των λιμνοθαλασσών περιλαμβάνει δράσεις προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος και της διατήρησης της, δράσεις και δράσεις αποκατάστασης.
2. Η διαχείριση των και των εδαφικών πόρων στις λεκάνες απορροής θα πρέπει, σύμφωνα με την Οδηγία για τα Ύδατα, να αποτρέπει την περαιτέρω και επιπλέον να συμβάλλει στην προστασία και τη βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων και των άμεσα εξαρτώμενων οικοσυστημάτων.
3. Η παρακολούθηση (monitoring) θεωρείται μια διαχρονική διαδικασία παρατήρησης και καταγραφής διαφόρων παραμέτρων, με την οποία ελέγχεται η εφαρμογή των μέτρων που λαμβάνονται, η τους και η κατάσταση των οικοσυστημάτων.
4. Οι δράσεις αποκατάστασης των λιμνοθαλασσών ενισχύουν τη θετική αλληλεπίδραση μεταξύ και περιβάλλοντος, εξασφαλίζοντας ένα καλό μέλλον και για τις δύο πλευρές.
5. Η εφαρμογή της Οδηγίας στοχεύει στην ολοκληρωμένη και διαχείριση των υδάτινων πόρων, αφού για πρώτη φορά καλύπτονται όλοι οι τύποι και όλες οι χρήσεις του, σε ενιαίο πλαίσιο, που είναι για όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

6. Ο σκοπός της Οδηγίας-Πλαισίου είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών, των, των και των υδάτων, το οποίο να αποτρέπει την περεταίρω, να προστατεύει και να την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων και των εξαρτώμενων χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων.

7. Η Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της των υπόγειων υδάτων και συμβάλλει στο μετριασμό των επιπτώσεων από και ξηρασίες.

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1) Να γίνει η αντιστοίχιση κάθε μίας δράσης από τη στήλη I με την κατάλληλη λέξη από τη στήλη II.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. Δράσεις παρακολούθησης	A. Αναδημιουργία οικοσυστήματος
2. Δράσεις διατήρησης βιοποικιλότητας	B. Τεχνικές τηλεπισκόπησης
3. Δράσεις αποκατάστασης	Γ. Απώλεια βιοκοινοτήτων
	Δ. Διατάραξη ισορροπίας
	E. Αποξυγόνωση νερού

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να γράψετε μία παράγραφο, όπου να εξηγήσετε ποιες είναι οι δράσεις διατήρησης της βιοποικιλότητας των υδάτινων οικοσυστημάτων.

.....

2. Να εξηγήσετε μέσα σε μία μικρή παράγραφο ποιες είναι οι δράσεις παρακολούθησης των υδάτινων οικοσυστημάτων.

.....

3. Να περιγράψετε δύο από τους πέντε στόχους της Ευρωπαϊκής Οδηγίας-Πλαισίου για τα νερά.

- 1^{ος}
- 2^{ος}

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε μία πρόταση, όπου να εξηγείτε με δικά σας λόγια την έννοια «Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά».

.....

2. Να εξηγήσετε μέσα σε μία πρόταση την έννοια «αποκατάσταση μίας λιμνοθάλασσας».

.....

3. Να εξηγήσετε μέσα σε μία πρόταση γιατί είναι σημαντική η εφαρμογή της Οδηγίας-Πλαισίου για τα νερά.

.....

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 4

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Οι δράσεις αποκατάστασης των λιμνοθαλασσών:

A. συνδέονται με την αειφόρο διαχείριση

B. είναι οι δράσεις παρακολούθησης των λιμνοθαλασσών

Γ. είναι ανεξάρτητες από την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος

Δ. λέγονται αλλιώς δράσεις διατήρησης και προστασίας της βιοποικιλότητας

2. Η συστηματική επιστημονική έρευνα:

A. δεν είναι απαραίτητη για το σχεδιασμό δράσεων παρακολούθησης των λιμνοθαλασσών

B. είναι απαραίτητη για το σχεδιασμό δράσεων παρακολούθησης των λιμνοθαλασσών

Γ. δεν βοηθά τόσο πολύ στην αειφορική διαχείριση των λιμνοθαλασσών

Δ. είναι απαραίτητη αποκλειστικά για το σχεδιασμό των δράσεων αποκατάστασης μίας λιμνοθάλασσας

3. Η αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικού περιβάλλοντος και ανθρώπου:
- Α. λαμβάνεται αποκλειστικά υπόψιν στο σχεδιασμό δράσεων παρακολούθησης
 - Β. δεν επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη βιοποικιλότητα των λιμνοθαλασσών
 - Γ. έχει πάντα ως συνέπεια την περιβαλλοντική υποβάθμιση των λιμνοθαλασσών
 - Δ. πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν στο σχεδιασμό δράσεων αποκατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων
4. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά:
- Α. είναι διαφορετική για κάθε ένα κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης
 - Β. εισάγει για πρώτη φορά την έννοια της οικολογικής σημασίας των υδάτων
 - Γ. έχει δύο στόχους
 - Δ. περιλαμβάνει αρχές, αλλά όχι μέτρα για τη διατήρηση των υδάτων

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ , αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Οι σύγχρονες τεχνικές τηλεπισκόπησης διευκολύνουν την παρακολούθηση των λιμνοθαλασσών.
2. Σ Λ Οι δράσεις αποκατάστασης των λιμνοθαλασσών ενισχύουν τη θετική αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικού περιβάλλοντος και ανθρώπου.
3. Σ Λ Η Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά στοχεύει αποκλειστικά στη διατήρηση των επιφανειακών υδάτων του πλανήτη.
4. Η Οδηγία-Πλαίσιο περιλαμβάνει κοινές αρχές και κοινά μέτρα για όλα τα κράτη-μέλη.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Οι σκοποί της αποκατάστασης του οικοσυστήματος θα πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένοι σε σχέση με τις του, και οι προτεινόμενες λύσεις να είναι συμβατές με τις απαιτήσεις, ώστε να μπορούν να οδηγήσουν σε σωστές πολιτικές αποφάσεις.
2. Από το Δεκέμβριο του έτους..... ισχύει η Ευρωπαϊκή Οδηγία-Πλαίσιο για τη διαχείριση των Υδάτων, η οποία καθορίζει τις αρχές και προτείνει μέτρα για την διατήρηση όλων των

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

- 1) Να αντιστοιχίσετε κάθε έναν στόχο της Οδηγίας-Πλαισίου για τη διατήρηση των υδάτων της στήλης Ι με την κατάλληλη φράση από τη στήλη ΙΙ.

ΣΤΗΛΗ Ι	ΣΤΗΛΗ ΙΙ
1.Βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων	Α. Προστασία από ξηρασίες
2.Βιώσιμη χρήση του νερού	Β. Προστασία εξαρτώμενων χερσαίων οικοσυστημάτων
3.Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος	Γ. Περιβαλλοντική αναβάθμιση των υπόγειων υδάτων
4.Προστασία υπόγειων υδάτων	Δ. Μακροπρόθεσμη προστασία υδάτινων πόρων
5. Προστασία από πλημμύρες	Ε. Βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος
	Ζ. Νερό ύδρευσης

Β. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Ι.ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να γράψετε μία μικρή παράγραφο των τριών σειρών, στην οποία να εξηγείτε ό,τι γνωρίζετε σχετικά με τις δράσεις αποκατάστασης του οικοσυστήματος μίας λιμνοθάλασσας.

.....

.....

.....

ΙΙ.ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε ονομαστικά ποιες δράσεις περιλαμβάνει η διαχείριση των υδάτινων οικοσυστημάτων.

.....

2. Να γράψετε δύο στόχους της Οδηγίας-Πλαισίου για τα νερά.

1^{ος}

2^{ος}

3. Η Οδηγία-Πλαίσιο των νερών για ποια ύδατα ισχύει;

.....

.....

4. Να πείτε μέσα σε μία πρόταση τι εννοούμε όταν λέμε παρακολούθηση(monitoring) των λιμνοθαλασσών.

7^η Συνάντηση

Η πρώτη ώρα της εβδομης συνάντησης περιλαμβάνει μία συζήτηση στην τάξη υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, σχετική με τις πληροφορίες που έχει συλλέξει κάθε ένας μαθητής. Κατά τη διάρκεια αυτής της συζήτησης, οι μαθητές, υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας 5 και στη συνέχεια, ο καθένας μόνος του, μέσα σε 10 min συμπληρώνει το φύλλο αξιολόγησης 5 (ΦΕ5, ΦΑ5). Στη συνέχεια, συζητούν με τον εκπαιδευτικό τις σωστές απαντήσεις, με στόχο την αυτοδιόρθωση.

Τη δεύτερη ώρα θα γίνει μία προετοιμασία για την εκπαιδευτική εκδρομή σε μία λιμνοθάλασσα, που θα πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο της επόμενης συνάντησης. Ο σκοπός είναι να συλλεχθούν υδατικά δείγματα και επιφανειακά ιζήματα από αυτό το υδάτινο οικοσύστημα, ώστε μετά να αναλυθούν στο σχολικό εργαστήριο. Στα υδατικά δείγματα θα μετρηθεί το pH, η αλατότητα, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, η συγκέντρωση του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου, η συγκέντρωση των νιτρικών και νιτρικών ιόντων, των απορρυπαντικών και της χλωροφύλλης. Στο επιφανειακό ίζημα θα μετρηθεί η συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα.

Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, κατά τη δεύτερη ώρα της εβδομης συνάντησης, οι μαθητές θα επισκεφτούν το σχολικό εργαστήριο. Θα είναι χωρισμένοι στις ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Η κάθε μία ομάδα, υπό την επίβλεψη του καθηγητή, θα συλλέξει τα κατάλληλα όργανα και αντιδραστήρια και θα τα τοποθετήσει σε ένα κουτί. Αυτό το κουτί θα πρέπει να το πάρει μαζί του στην εκπαιδευτική εκδρομή.

Οι διδακτικοί στόχοι της εβδομης συνάντησης είναι οι μαθητές:

- ✓ Να γνωρίσουν το νομικό πλαίσιο διαχείρισης των υδροτόπων διεθνούς σημασίας.
- ✓ Να γνωρίσουν τους νόμους προστασίας των υδροτόπων της Ελλάδας.
- ✓ Να γνωρίσουν τις προστατευόμενες λιμνοθάλασσες της Ελλάδας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Η συνθήκη Ραμσάρ:

- A. έχει ως στόχο τη διαχείριση των λιμνών εθνικής σημασίας
- B. έχει ως στόχο τη διαχείριση των υδροτόπων διεθνούς σημασίας
- Γ. έχει ως μοναδικό στόχο τη διαχείριση των λιμνών διεθνούς σημασίας
- Δ. έχει ως μοναδικό στόχο τη διαχείριση των ποταμών της Ελλάδας

2. Το πρωτόκολλο προστασίας της Μεσογείου του 1980:

- A. θέτει περιορισμούς στις δραστηριότητες που διεξάγονται στις παράκτιες περιοχές
B. επιτρέπει τη διεξαγωγή κάθε είδους δραστηριοτήτων στο εσωτερικό των υγροτόπων
Γ. επιτρέπει για πρώτη φορά την αλιεία στο εσωτερικό των υγροτόπων
Δ. επιτρέπει τη διεξαγωγή κάθε είδους δραστηριοτήτων στο θαλάσσιο περιβάλλον
3. Η σύμβαση της Βέρνης ορίζει τις βασικές προϋποθέσεις για τη διατήρηση των:
A. σημαντικών οικοτόπων της Ελλάδος
B. ποταμών της Ευρώπης
Γ. ποταμών της Ελλάδος
Δ. σημαντικών οικοτόπων της Ευρώπης
4. Το δίκτυο Natura 2000 περιλαμβάνει:
A. μόνο χερσαίους οικοτόπους
B. χερσαίους και θαλάσσιους οικοτόπους
Γ. μόνο θαλάσσιους οικοτόπους
Δ. μόνο παράκτια οικοσυστήματα
5. Δεν ανήκει στους εθνικούς νόμους της Ελλάδος:
A. ο Δασικός Κώδικας
B. το δίκτυο Natura 2000
Γ. το Προεδρικό Διάταγμα για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος
Δ. ο Κώδικας Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου
6. Ως προστατευόμενη περιοχή θεωρείται μία οριοθετημένη χερσαία ή υδάτινη έκταση:
A. αποκλεισμένη από ανθρωπογενείς δραστηριότητες
B. μακριά από την ακτή
Γ. η οποία θεσμοθετείται ως αντικείμενο διαχείρισης για τη διατήρηση και την κατάλληλη αξιοποίησή τους
Δ. όπου διεξάγονται ανθρωπογενείς δραστηριότητες χωρίς κανέναν περιορισμό
7. Σύμφωνα με το νόμο πλαίσιο για το περιβάλλον, οι προστατευόμενες περιοχές κατά την εθνική νομοθεσία χωρίζονται σε:
A. πέντε κατηγορίες
B. δύο κατηγορίες
Γ. τρεις κατηγορίες
Δ. τέσσερις κατηγορίες
8. Στην Ελλάδα οι υγρότοποι διεθνούς σημασίας είναι:
A. 20
B. 15
Γ. 10
Δ. 5

9. Στην Ελλάδα, το δίκτυο Natura 2000 περιλαμβάνει:

- A. 220 ζώνες ειδικής προστασίας
- B. 163 ζώνες ειδικής προστασίας
- Γ. 239 ζώνες ειδικής προστασίας
- Δ. 122 ζώνες ειδικής προστασίας

10. Η έκταση των περιοχών του Δικτύου Natura 2000 στην Ελλάδα καταλαμβάνει το:

- A. το 12% της χέρσου
- B. 21 % της χέρσου
- Γ. το 31% της χέρσου
- Δ. το 41% της χέρσου

11. Το δίκτυο Natura 2000:

- A. περιλαμβάνει και περιοχές που προστατεύονται με βάση την εθνική νομοθεσία
- B. αποκλείει περιοχές που προστατεύονται με βάση την εθνική νομοθεσία
- Γ. περιλαμβάνει υγρότοπους μόνο του εξωτερικού
- Δ. αποκλείει λιμνοθάλασσες της Ελλάδας

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

- 1. Σ Λ Η συνθήκη Ραμσάρ προβλέπει αποκλειστικά την οριοθέτηση των υγροτόπων διεθνούς σημασίας.
- 2. Σ Λ Η Σύμβαση της Βέρνης ορίζει τις βασικές προϋποθέσεις για τη διατήρηση των σημαντικών οικοτόπων στην Ευρώπη.
- 3. Σ Λ Στην Ελλάδα οι φυσικές περιοχές χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενες με βάση αποκλειστικά την ισχύουσα εθνική νομοθεσία.
- 4. Σ Λ Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία οι προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδος χωρίζονται σε πέντε κατηγορίες.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

- 1. Η τροποποίηση της Διεθνούς Σύμβασης της και του Πρωτοκόλλου Προστασίας της του 1980 θέτει περιορισμούς και διαδικασίες ελέγχου για τις που διεξάγονται στην παράκτια ή θαλάσσια περιοχή και για την προστασία από τη
- 2. Οι γενικοί εθνικοί νόμοι για την προστασία του που λαμβάνουν ειδική μέριμνα για τις παράκτιες και θαλάσσιες περιοχές και για τα οικοσυστήματα, όπως ο Κώδικας Δημοσίου Ναυτικού, το Προεδρικόγια την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, ο νόμος για την της ρύπανσης της θάλασσας

από πλοία, όπως και οι νόμοι που κυρώνουν τη Σύμβαση της, αποτελούν το βασικό νομικό πλαίσιο προστασίας του θαλάσσιου και του παράκτιου περιβάλλοντος.

3. Από το έτος, η Ελλάδα άρχισε να αναγνωρίζει περιοχές που έχουν ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον, όπως είναι τα και οι υγρότοποι και να τις θέτει υπό καθεστώς

4. Ως προστατευόμενη περιοχή θεωρείται μία οριοθετημένη ή υδάτινη έκταση, με ιδιαίτερα φυσικά, οικολογικά/τοπικά χαρακτηριστικά, η οποία θεσμοθετείται ως αντικείμενο διαχείρισης για τη και την κατάλληλη αξιοποίησή τους.

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να αναφέρετε τρεις κατηγορίες προστατευόμενων περιοχών, με βάση την ισχύουσα εθνική νομοθεσία.

1^η 2^η 3^η

2. Να αναφέρετε δύο εθνικά πάρκα υγροτόπων της Ελλάδος που προστατεύονται με βάση την ισχύουσα εθνική νομοθεσία.

1^ο 2^ο

3. Να αναφέρετε τρεις υγρότοπους διεθνούς σημασίας, σύμφωνα με τη συνθήκη Ραμσάρ.

1^{ος} 2^{ος} 3^{ος}

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 5

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Στην Ελλάδα οι προστατευόμενες φυσικές περιοχές χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενες:

A. με βάση εθνικούς και διεθνείς νόμους

B. με βάση αποκλειστικά την ισχύουσα εθνική νομοθεσία

Γ. με βάση αποκλειστικά τη διεθνή νομοθεσία

Δ. με βάση κυρίως την ισχύουσα εθνική νομοθεσία

2. Στην Ελλάδα, το δίκτυο Natura 2000 περιλαμβάνει:

- A. 239 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας
- B. 122 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας
- Γ. 163 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας
- Δ. 254 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας

3. Η έκταση των περιοχών του Δικτύου Natura 2000 στην Ελλάδα είναι:

- A. 5,4 εκ. εκτάρια
- B. 3,4 εκ. εκτάρια
- Γ. 6,2 εκ. εκτάρια
- Δ. 5,2 εκ. εκτάρια

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Η συνθήκη Ραμσάρ για τους υγρότοπους διεθνούς σημασίας επιβάλλει διαχειριστικά σχέδια και κυρώσεις.
2. Σ Λ Στην Ελλάδα οι φυσικές περιοχές χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενες με βάση αποκλειστικά τις διεθνείς συμβάσεις.
3. Σ Λ Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία, οι προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδος χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Η Σύμβαση της Βέρνης ορίζει τις βασικές προϋποθέσεις για τη διατήρηση των σημαντικών οικοτόπων στην, στους οποίους περιλαμβάνονται και αυτοί των-παρόχθιων περιοχών.
2. Η πρώτη προσπάθεια αναγνώρισης προστατευόμενων περιοχών στην Ελλάδα στόχευε στην απόλυτη προστασία των περιοχών και στον αποκλεισμό των δραστηριοτήτων.
3. Η κήρυξη μίας περιοχής ως προστατευόμενης, διασφαλίζει την εξέλιξη και την των οικοσυστημάτων, καθώς και τη βελτίωση και αποδοτικότητα των φυσικών, ενώ συμβάλλει στη συγκράτηση των, στην της ρύπανσης και στη σταθερότητα του μικροκλίματος.

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Ποιο είναι το βασικό νομικό πλαίσιο για την προστασία του θαλάσσιου και του παράκτιου περιβάλλοντος; Η απάντησή σας να μην ξεπερνά τις τέσσερις σειρές.

.....

.....

.....

.....

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να αναφέρετε ονομαστικά δύο διεθνείς συμβάσεις με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος, στις οποίες έχει συμμετάσχει η Ελλάδα.

1^η..... 2^η.....

2. Να αναφέρετε μία περιοχή προστασίας της φύσης της Ελλάδος που προστατεύεται με βάση την ισχύουσα εθνική νομοθεσία.

.....

3. Να αναφέρετε ένα υγρότοπο της Ελλάδος που να αποτελεί περιοχή απόλυτης προστασίας, σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία.

.....

8^η Συνάντηση

Αυτή η συνάντηση περιλαμβάνει ημερήσια εκπαιδευτική εκδρομή στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει ποια όργανα θα πρέπει να έχει μαζί της η κάθε μία ομάδα για τη συλλογή δειγμάτων από τη λιμνοθάλασσα.

ΔΕΙΓΜΑ	ΜΕΤΡΗΣΗ	ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
Υδατικό	pH	Πλαστικό μπουκάλι	Φορητό ψυγείο
Υδατικό	Αλατότητα	Πλαστικό μπουκάλι	Φορητό ψυγείο
Υδατικό	Διαλυμένο οξυγόνο	Ειδική φιάλη	Επιτόπου
Υδατικό	Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο	Πλαστικό μπουκάλι	Φορητό ψυγείο
Υδατικό	Θρεπτικά συστατικά	Πλαστικό μπουκάλι	Φορητό ψυγείο
Υδατικό	Χλωροφύλλες	Σκουρόχρωμη φιάλη	Φορητό ψυγείο

Υδατικό	Απορρυπαντικά	Πλαστικό μπουκάλι	Φορητό ψυγείο
Ίζημα	Οργανικός άνθρακας	Πλαστικό φτυάρι, πλαστικό δοχείο	Φορητό ψυγείο

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα θα γίνει επιτόπου, αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Επομένως, πριν τη συλλογή του δείγματος, ο καθηγητής θα μοιράσει σε κάθε έναν μαθητή το κείμενο 1, που αφορά τη θεωρία γύρω από το διαλυμένο οξυγόνο. Θα τους αφήσει λίγο χρόνο ώστε να το μελετήσουν και στη συνέχεια θα γίνει μία συζήτηση σχετική με τις πληροφορίες του κειμένου. Μετά, θα μοιράσει σε κάθε έναν το φύλλο εργασίας 8 (ΦΕ 8), που αφορά αυτό το θέμα και θα το συμπληρώσουν όλοι μαζί.

Στη συνέχεια, θα ακολουθήσει ο πειραματικός προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα. Η κάθε μία ομάδα θα πραγματοποιεί το πείραμα και επιπλέον ο καθηγητής θα πρέπει να επεμβαίνει όπου χρειάζεται και να λύνει και τις απορίες των μαθητών. Συγχρόνως, η κάθε ομάδα θα έχει μπροστά της και θα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας 9 (ΦΕ9).

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 8

Οι διδακτικοί στόχοι του όγδοου φύλλου εργασίας 8 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να πληροφορηθούν για την προέλευση του οξυγόνου των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- ✓ Να είναι ικανοί εξηγούν τη διαλυτότητα του οξυγόνου μέσα στο νερό.
- ✓ Να αποδεχθούν τη μεγάλη σημασία της ύπαρξης οξυγόνου μέσα στο νερό.
- ✓ Να πληροφορηθούν για την αρχή μεθόδου του πειραματικού προσδιορισμού του διαλυμένου οξυγόνου.
- ✓ Να είναι ικανοί να συμπληρώνουν τις εξισώσεις των χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται κατά τον προσδιορισμό του D.O. σύμφωνα με τη μέθοδο Winkler.

Α. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Ι. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Στην ατμόσφαιρα το μοριακό οξυγόνο (O_2) καταλαμβάνει το:

- A. 20% των αερίων
- B. 80% των αερίων
- Γ. 0,1% των αερίων
- Δ. 0,9% των αερίων

2. Το οξυγόνο των υδάτινων οικοσυστημάτων προέρχεται από:

- A. την ατμόσφαιρα αποκλειστικά
- B. τη φωτοσύνθεση του φυτοπλαγκτού αποκλειστικά

- Γ. την ατμόσφαιρα και τη φωτοσύνθεση του φυτοπλαγκτού
Δ. τη διαπνοή

3. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού ενός υδάτινου οικοσυστήματος:

- A. τόσο μικραίνει η διαλυτότητα των αλάτων
B. τόσο μεγαλώνει η διαλυτότητα του οξυγόνου
Γ. τόσο μικραίνει η διαλυτότητα του οξυγόνου
Δ. τόσο μικραίνει η διαλυτότητα του αζώτου

4. Στα βαθιά νερά:

- A. η θερμοκρασία του νερού είναι υψηλή
B. η θερμοκρασία του νερού είναι πολύ χαμηλή
Γ. η θερμοκρασία του νερού δεν επηρεάζεται από το λιώσιμο των πάγων
Δ. η πυκνότητα πληθυσμού είναι υψηλή

5. Η έλλειψη οξυγόνου στο νερό δείχνει ότι υπάρχει:

- A. υψηλό οργανικό φορτίο
B. υψηλή συγκέντρωση ανόργανων ενώσεων
Γ. χαμηλό οργανικό φορτίο
Δ. μεγάλη βιοποικιλότητα στο υδάτινο οικοσύστημα

6. Το διαλυμένο οξυγόνο των υδάτινων οικοσυστημάτων :

- A. συμβολίζεται ως BOD
B. συμβολίζεται ως DO
Γ. συμβολίζεται ως COD
Δ. συμβολίζεται ως TOC

7. Όταν σε ένα υδατικό σύστημα υπάρχει κορεσμός σε διαλυμένο οξυγόνο, τότε:

- A. υπάρχει οξειδωτικό περιβάλλον
B. υπάρχει αναγωγικό περιβάλλον
Γ. οι χημικές διεργασίες δεν επηρεάζονται
Δ. λέμε ότι υπάρχει ανοξία

8. Η μικρότερη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, ώστε αυτό να υποστηρίζει ζωή είναι:

- A. 0,1 mg/l
B. 0,2 mg/l
Γ. 5 mg/l
Δ. 0,05 mg/l

9. Κατά την αναπνοή των ζώων:

- A. παράγεται N_2
B. καταναλώνεται O_2

Γ. καταναλώνεται CO₂

Δ. παράγεται O₂

10. Η μέθοδος για τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό που θα εφαρμόσουμε στο σχολικό εργαστήριο είναι:

A. ο ιωδιομετρικός προσδιορισμός κατά WINKLER

B. η χρωματομετρική μέθοδος

Γ. η πολαρογραφική μέθοδος

Δ. η ηλεκτρομετρική μέθοδος

11. Η μέθοδος Winkler μπορεί να εφαρμοστεί :

A. μόνο στα δείγματα θαλασσινού νερού

B. μόνο στα δείγματα λιμναίου νερού

Γ. μόνο στα δείγματα υπεράλμυρων λιμνοθαλασσών

Δ. σε όλα τα είδη νερού

12. Για να εφαρμοστεί η μέθοδος Winkler σε ένα υδατικό δείγμα, πρέπει η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει να είναι τουλάχιστον:

A. 2 mg/L

B. 10 mg/L

Γ. 15 mg/L

Δ. 8 mg/L

13. Η δειγματοληψία νερού από τη λιμνοθάλασσα για τη μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου γίνεται με:

A. πλαστικό δοχείο

B. μεταλλική δαγκάνα

Γ. σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη

Δ. ανοιχτόχρωμη γυάλινη φιάλη

14. Το χρώμα του διαλύματός μου πριν την ογκομέτρηση ήταν:

A. μαύρο

B. διαυγές

Γ. κίτρινο

Δ. μπλε

15. Το χρώμα του διαλύματός μου στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης ήταν:

A. διαυγές

B. μαύρο

Γ. μπλε

Δ. κίτρινο

16. Το άμυλο, λόγω της ιδιότητάς του να δεσμεύει τα Γ , δίνει στο διάλυμα χρώμα:

- A. μαύρο
- B. μπλε
- Γ. γκρι
- Δ. πράσινο

17. Το διάλυμα ιωδιούχου καλίου με υδροξείδιο του νατρίου είναι:

- A. όξινο
- B. αλκαλικό
- Γ. ουδέτερο
- Δ. ελαφρά όξινο

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Το D.O. είναι δείκτης της ρύπανσης ενός υδάτινου οικοσυστήματος.
2. Σ Λ Η μέθοδος Winkler μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα υδατικά δείγματα.
3. Σ Λ Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο αλμυρό νερό επηρεάζεται από τα άλατα.
4. Σ Λ Η διαλυτότητα του οξυγόνου στη θάλασσα είναι χαμηλότερη από το γλυκό νερό.
5. Σ Λ Σε ένα ανοξικό υδατικό σύστημα, το περιβάλλον είναι αναγωγικό.
6. Σ Λ Το O_2 της ατμόσφαιρας καταλαμβάνει το 90% όλων των αερίων.
7. Σ Λ Ο ευτροφισμός σε μία λιμνοθάλασσα προκαλεί μείωση της συγκέντρωσης του D.O.
8. Σ Λ Στο πείραμα το άμυλο είναι ο δείκτης.
9. Σ Λ Σε μεγάλα βάθη της θάλασσας, η θερμοκρασία του νερού είναι πολύ υψηλή.
10. Σ Λ Το διαλυμένο οξυγόνο σε ένα υδατικό δείγμα προσδιορίζεται ποσοτικά μόνο με τη μέθοδο Winkler.

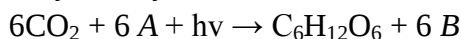
III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Το οξυγόνο μέσα στο γλυκό νερό έχει διαλυτότητα σε σχέση με το αλμυρό νερό, γιατί στο αλμυρό υπάρχουν πολλά, που τη διάλυσή του.
2. Στα βαθιά νερά η θερμοκρασία του νερού είναι αρκετά, λόγω του νερού που φτάνει εκεί από το λιώσιμο των και έτσι η πυκνότητα πληθυσμού είναι
3. Συνθήκες κορεσμού σε διαλυμένο οξυγόνο, σημαίνει ότι υπάρχει περιβάλλον, ενώ η ανοξία σημαίνει ότι υπάρχει περιβάλλον.

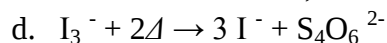
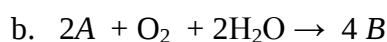
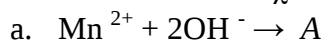
4. Η ύπαρξη υψηλού οργανικού φορτίου σε μία λιμνοθάλασσα προκαλεί της συγκέντρωσης του D.O.

5. Η παρακάτω χημική αντίδραση περιγράφει τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Να συμπληρώσετε τους μοριακούς τύπους των ενώσεων Α και Β.



A..... B.....

6. Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου στο δείγμα πραγματοποιούνται διαδοχικά οι παρακάτω 4 χημικές αντιδράσεις. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των χημικών ενώσεων που αντιστοιχούν στα γράμματα Α, Β, Γ, Δ.



A B..... Γ..... Δ.....

7. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των παρακάτω χημικών ενώσεων:

a. θειικό μαγγάνιο :.....

b. υδροξείδιο του νατρίου :.....

c. ιωδιούχο κάλιο :.....

d. θειικό οξύ :.....

e. θειοθειικό νάτριο :.....

f. μοριακό ιώδιο :.....

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1)Να γίνει η αντιστοίχιση κάθε μίας έννοιας της στήλης Ι με μία απλή περιγραφή της από τη στήλη ΙΙ.

ΣΤΗΛΗ Ι	ΣΤΗΛΗ ΙΙ
1. Βαθιά νερά	Α. Θάνατος ψαριών
2. Οξειδωτικό περιβάλλον	Β. Χαμηλή θερμοκρασία νερού
3. Γλυκό νερό	Γ. Κορεσμός σε οξυγόνο
4. Ευτροφισμός	Δ. Υψηλή αλατότητα
	Ε. Ευδιάλυτα ιζήματα
	Ζ. Υψηλή διαλυτότητα οξυγόνου

2) Να γίνει η αντιστοίχιση κάθε μίας ουσίας από τη στήλη I με το ρόλο της από τη στήλη II κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	A. Διάλυμα τιτλοδότησης
2. H_2SO_4	B. Καστανό ίζημα
3. Άμυλο	Γ. Οξίνιση διαλύματος
4. $\text{MnO}(\text{OH})_2$	Δ. Πράσινο ίζημα
	E. Αλκαλικό διάλυμα
	Z. Δείκτης

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Πώς ονομάζεται η εργαστηριακή μέθοδος για τον ποσοτικό προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου στο δείγμα νερού;

.....

2. Γιατί το διαλυμένο οξυγόνο είναι η πιο σημαντική παράμετρος στη μελέτη της ρύπανσης των υδάτων;

.....

3. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης κατά την ογκομέτρηση του ιωδίου με το διάλυμα του θειοθειικού νατρίου.

.....

4. Να γράψετε δύο παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου σε μία λιμνοθάλασσα.

1^{ος}

2^{ος}

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Οι παρακάτω εικόνες αφορούν το Σαρωνικό κόλπο. Να τις παρατηρήσετε και να εξηγήσετε εάν σε αυτό το θαλάσσιο περιβάλλον οι συνθήκες είναι ανοξικές. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας μέσα σε τρεις σειρές το πολύ.



[http://www.medsos.gr/medsos/ElfsinaDOCS/elfsina_dasenakis.pdf]

[<https://www.google.gr/search>]

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

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 9

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ D.O.»

Οι διδακτικοί στόχοι του 9^{ου} φύλλου εργασίας είναι οι μαθητές:

- ✓ Να συνεργαστούν για τον πειραματικό προσδιορισμό της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα.
- ✓ Να χειρίζονται τα όργανα και τα αντιδραστήρια κατά την εκτέλεση του πειράματος.
- ✓ Να είναι ικανοί να ακολουθούν τις οδηγίες για τη σωστή εκτέλεση του πειράματος.

A. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

ΟΡΓΑΝΑ:

- ✓ Φιάλες με στενό λαιμό και εσφυρισμένα πόματα, με χωρητικότητα από 100-300 mL
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος των 250mL
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος των 10 mL
- ✓ 2 κωνικές φιάλες των 250 mL
- ✓ Προχοΐδα των 25 mL

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

- ✓ Θεικό οξύ 96%
- ✓ Αλκαλικό διάλυμα ιωδιούχου καλίου (KI) και νατραζίδιο (NaN_3):

Ετοιμάζεται ένα διάλυμα που περιέχει 15 g KI, 35g NaOH, 1g NaN₃ σε 100 ml νερού. Διαλύονται χωριστά το ιωδιούχο κάλιο(KI), το υδροξείδιο του νατρίου(NaOH) και το νατραζίδιο (NaN₃). Στη συνέχεια, τα διαλύματα αναμιγνύονται, αραιώνονται σε όγκο 100 ml και ομογενοποιούνται. Το διάλυμα φυλάσσεται σε πωματισμένο γυάλινο σκουρόχρωμο δοχείο. ΠΡΟΣΟΧΗ- Το νατραζίδιο είναι εξαιρετικά ισχυρό δηλητήριο.

- ✓ Θεικό μαγγάνιο : Διάλυμα 340g άνυδρου θεικού μαγγανίου (MnSO₄) σε 1L νερού.
- ✓ Θειοθειικό νάτριο συγκέντρωσης 0,025N: Διαλύονται 6,205 g Na₂S₂O₃*5H₂O σε αποσταγμένο νερό που έχει βραστεί και αραιώνεται στο 1L.
- ✓ Διάλυμα ιωδιούχου καλίου: Διαλύονται 10g KI σε 100mL νερού.
- ✓ Ιωδιούχο διάλυμα 0,01N: 1g KI , 1,27g ιωδίου διαλύονται σε 50 ml αποσταγμένου νερού και αραιώνονται στο 1 L.

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Καταρχήν σαπουνίζω όλα τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Στη συνέχεια τα ξεπλένω και με απιονισμένο νερό, οπότε μπορώ τώρα να ξεκινήσω την πειραματική πορεία, η οποία περιλαμβάνει τα επόμενα 9 βήματα[50,51]:

- 1) Μεταφέρω προσεκτικά το δείγμα στη φιάλη WINKLER, ώστε να μην υπάρξουν καθόλου φυσαλίδες.
- 2) Υπολογίζω τον όγκο του δείγματος, με τη χρήση του μεγάλου ογκομετρικού κυλίνδρου και με τη βοήθεια του απιονισμένου νερού.

$$V_1 = \dots\dots\dots \text{ mL}$$

- 3) Όσο γίνεται πιο γρήγορα, μετά τη λήψη του δείγματος, αν είναι δυνατόν αμέσως, με τη χρήση του μικρού ογκομετρικού κυλίνδρου, προσθέτω 1ml διαλύματος MnSO₄ και στη συνέχεια 2 ml του αλκαλικού διαλύματος ιωδιούχου καλίου που έχω φτιάξει (KI,NaOH). Μετά πωματίζω και αναδεύω τη φιάλη, μέχρι να ομογενοποιηθεί το δείγμα.
- 4) Στη συνέχεια αφήνω τη φιάλη να ηρεμήσει για 10 min, μέχρι να καταβυθιστεί το ίζημα.
- 5) Προσθέτω 4 ml H₂SO₄ και επαναλαμβάνεται η ανάδευση. Έτσι εμφανίζεται το κίτρινο χρώμα του ιωδίου.

- 6) Μεταφέρω 100mL δείγματος σε κωνική φιάλη, προσθέτω λίγες σταγόνες άμυλο, οπότε το διάλυμα παίρνει ένα σκούρο μπλε χρώμα. Ογκομετρώ με διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
- 7) Στο ισοδύναμο σημείο, το διάλυμα μου αποχρωματίζεται και από σκούρο μπλε θα γίνει διαυγές.
- 8) Υπολογίζω την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο δείγμα μου σε μονάδες mg/L, mmol/L, mL/L

$$\text{DO (mg/L)} = \frac{V_2 * N * 8000}{V_1 - 4} = \dots\dots\dots$$

$$\text{DO (mmol/L)} = \frac{V_2 * N * 250}{V_1 - 4} = \dots\dots\dots$$

$$\text{DO (mL/L)} = \frac{V_2 * N * 5600}{V_1 - 4} = \dots\dots\dots$$

9^η Συνάντηση

Την πρώτη ώρα αυτής της συνάντησης ο καθηγητής θα μοιράσει σε κάθε ένα μαθητή το κείμενο 2. Σε αυτό καταγράφονται πληροφορίες σχετικές με την αλατότητα των λιμνοθαλασσών και την αρχή μεθόδου για τον πειραματικό προσδιορισμό της σε ένα υδατικό δείγμα. Ο εκπαιδευτικός τους αφήνει να το μελετήσουν και να υπογραμμίσουν τις λέξεις κλειδιά κατά τη δική τους κρίση. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί διάλογος μέσα στην τάξη που αφορά αυτό το κείμενο και το φύλλο εργασίας 6 (ΦΕ6), που συμπληρώνεται υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.

Τη δεύτερη ώρα οι μαθητές θα επισκεφτούν το σχολικό εργαστήριο, όπου θα πραγματοποιηθεί ο πειραματικός προσδιορισμός της αλατότητας στο υδατικό δείγμα που οι ίδιοι έχουν συλλέξει. Η κάθε μία ομάδα θα πραγματοποιήσει το πείραμα. Ο καθηγητής θα επιβλέπει και όπου χρειάζεται θα δίνει εξηγήσεις και θα επεμβαίνει. Συγχρόνως, η κάθε ομάδα θα έχει μπροστά της και θα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας 7 (ΦΕ 7).

Οι διδακτικοί στόχοι του 6^{ου} φύλλου εργασίας είναι οι μαθητές:

- ✓ Να είναι ικανοί να εξηγούν την έννοια της αλατότητας.
- ✓ Να πληροφορηθούν για τις διαλυμένες ενώσεις των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- ✓ Να γνωρίσουν την αρχή της μεθόδου του πειραματικού προσδιορισμού της αλατότητας ενός υδατικού δείγματος.
- ✓ Να πληροφορηθούν για τις χημικές αντιδράσεις κατά τον πειραματικό προσδιορισμό της αλατότητας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Στο θαλασσίνο νερό βρίσκονται διαλυμένες:

- A. πολλές στερεές και αέριες ουσίες
- B. αποκλειστικά στερεές ουσίες
- Γ. αποκλειστικά αέριες ουσίες
- Δ. πολλές χημικές ενώσεις, αλλά καθόλου χημικά στοιχεία

2. Η λιμνοθάλασσα συνιστά:

- A. ένα πολύ βαθύ υδάτινο οικοσύστημα
- B. ένα χερσαίο οικοσύστημα
- Γ. ένα υδάτινο οικοσύστημα, όπου το βάθος της υδάτινης στήλης είναι μεγαλύτερο από 100 m.
- Δ. ένα αβαθές υδάτινο οικοσύστημα

3. Η μονάδα μέτρησης της αλατότητας είναι:

- A. το psu
- B. το m^3
- Γ. το cm^3
- Δ. το L

4. Η αλατότητα εκφράζεται σε εκατοστιαία αναλογία ανά:

- A. 100 g
- B. 1000 g
- Γ. 10 g
- Δ. 10000 g

5. Στο θαλασσίνο νερό βρίσκονται:

- A. μόνο ανόργανες ενώσεις
- B. μόνο οργανικές ενώσεις
- Γ. διαλυμένα αέρια
- Δ. όλα τα παραπάνω

6. Το ποσοστό των ανόργανων αλάτων μέσα στο στερεό υλικό του θαλασσινού νερού είναι:

- A. 55%
- B. 12%
- Γ. 99%
- Δ. 67%

7. Η αλατότητα έχει τιμή που:
- A. είναι ίδια σε όλα τα σημεία του ωκεανού
 - B. παρουσιάζει διακυμάνσεις ανάλογα με την ατμοσφαιρική πίεση
 - Γ. εξαρτάται από το ρυθμό εξάτμισης
 - Δ. είναι αρκετά υψηλή στις εύκρατες περιοχές
8. Σε μία λιμνοθάλασσα, όπου εκβάλλουν πολύ μεγάλα ποτάμια, η τιμή της αλατότητας είναι πιθανό να έχει τιμή:
- A. 50 psu
 - B. 30 psu
 - Γ. 60 psu
 - Δ. 0 psu
9. Στην Ερυθρά Θάλασσα η αλατότητα αναμένουμε να είναι:
- A. 40 psu
 - B. 50 psu
 - Γ. 60 psu
 - Δ. 30 psu
10. Η είσοδος θαλασσινού νερού μέσα σε μία λιμνοθάλασσα:
- A. δεν επηρεάζει την αλατότητα της λιμνοθάλασσας
 - B. κάνει το νερό της λιμνοθάλασσας υφάλμυρο
 - Γ. επηρεάζει την τιμή της αλατότητας της λιμνοθάλασσας
 - Δ. κάνει το νερό της λιμνοθάλασσας πόσιμο
11. Η υψηλή αλατότητα σε νερό άρδευσης:
- A. επιδρά αρνητικά στις καλλιέργειες
 - B. είναι θετικός παράγοντας στις καλλιέργειες
 - Γ. ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών
 - Δ. κάνει αυτό το νερό πόσιμο

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Το μεγαλύτερο ποσοστό διαλυμένων ουσιών μέσα στο θαλασσινό νερό είναι οργανικές ενώσεις.
2. Σ Λ Η αλατότητα είναι φυσική παράμετρος των υδάτινων οικοσυστημάτων.
3. Σ Λ Η αλατότητα είναι το σύνολο των αιωρούμενων σωματιδίων μέσα στο νερό.
4. Σ Λ Σε όλη την έκταση ενός ωκεανού η τιμή της αλατότητας είναι ίδια.
5. Σ Λ Σε ημίκλειστες θάλασσες με υψηλή εισροή γλυκού νερού, η αλατότητα μπορεί να φτάσει τα 0 psu.
6. Σ Λ Στις υποτροπικές περιοχές η τιμή της αλατότητας είναι γενικά χαμηλή.

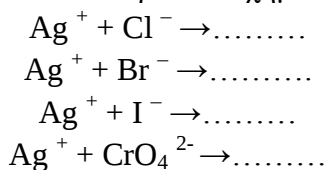
7. Η αλλαγή της αλατότητας μίας λιμνοθάλασσας επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς.
8. Σ Λ Τα Cl^- είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικά σε σχέση με τα Br^- .
9. Σ Λ Την αλατότητα ενός δείγματος νερού την υπολογίζουμε με τη μέθοδο Mohr.
10. Σ Λ Η συλλογή υδατικού δείγματος θα γίνει σε πλαστικό δοχείο.
11. Σ Λ Στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης το χρώμα του ιζήματος ήταν κόκκινο.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Σε υποτροπικές περιοχές, όπου ο ρυθμός είναι μεγαλύτερος του ρυθμού, υπάρχει αλατότητα.
2. Η αλατότητα (.....‰) ορίζεται ως το ολικό ποσό στερεών ουσιών σε, που περιέχεται σε ένα θαλασσινού νερού, όταν όλα τα ανθρακικά άλατα έχουν μετατραπεί σε, ενώ όλα τα και έχουν αντικατασταθεί από χλωριούχα και όλες οι οργανικές ουσίες έχουν πλήρως.

3. Να συμπληρωθούν τα προϊόντα των παρακάτω χημικών αντιδράσεων:



IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

- 1) Να αντιστοιχίσετε το κάθε ένα ίζημα της στήλης I με τη σωστή ιδιότητά του από τη στήλη II.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. AgBr	A. Μπλε ίζημα
2. AgCl	B. Λευκό ίζημα
3. AgI	Γ. Κίτρινο ίζημα
4. Ag_2CrO_4	Δ. Λευκοκίτρινο ίζημα
	E. Κόκκινο ίζημα
	Z. Πράσινο ίζημα

- 2) Να αντιστοιχίσετε κάθε μία χημική ουσία της στήλης I με το ρόλο της στο πείραμα από τη στήλη II.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
---------	----------

1. AgI	A. Μπλε ίζημα
2. Ag ₂ CrO ₄	B. Δείκτης
3. AgNO ₃	Γ. Ίζημα στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης
4. K ₂ CrO ₄	Δ. Ίζημα κατά την διάρκεια της ογκομέτρησης
	Ε. Αλκαλικό διάλυμα
	Ζ. Διάλυμα τιτλοδότησης

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να περιγράψετε μέσα σε μία πρόταση την έννοια της αλατότητας.

.....

2. Να αναπτύξετε μέσα σε μία παράγραφο σε ποιες περιοχές του πλανήτη το νερό του ωκεανού αναμένεται να έχει υψηλή αλατότητα και σε ποιες έχει χαμηλή και από τι εξαρτώνται οι διακυμάνσεις αυτές.

.....

3. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται μία λιμνοθάλασσα. Έστω ότι οι φοιτητές χημείας του τέταρτου έτους έχουν συλλέξει υδατικά δείγματα, έχουν κάνει μετρήσεις στο εργαστήριο και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η λιμνοθάλασσα είναι υπεράλμυρη. Τι πιστεύετε ότι εννοούν με αυτό τον όρο;



.....

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται κατά τον ποσοτικό προσδιορισμό της αλατότητας σε ένα δείγμα νερού.

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

2. Να βάλετε σε σειρά τα ιόντα F^- , Cl^- , Br^- , I^- κατά αύξουσα ηλεκτραρνητικότητα.

.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 7

Οι διδακτικοί στόχοι του 7^{ου} φύλλου εργασίας είναι οι μαθητές:

- ✓ Να συνεργαστούν για να προσδιορίσουν την τιμή της αλατότητας στο υδατικό δείγμα.
- ✓ Να είναι ικανοί να χειρίζονται σωστά και με προσοχή τα όργανα και τα αντιδραστήρια του εργαστηρίου.

«ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ»

A. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΟΡΓΑΝΑ:

- ✓ Πλαστικό μπουκάλι του 1 L από εμφιαλωμένο νερό για τη συλλογή του δείγματος
- ✓ 2 κωνικές φυάλες των 100 mL
- ✓ 1 προχοΐδα των 25 mL
- ✓ 1 κωνική φυάλη των 250 mL
- ✓ 1 ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL
- ✓ Ηλεκτρονικός ζυγός

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

- ✓ Αποσταγμένο νερό
- ✓ Δείκτης K_2CrO_4 : διαλύονται 20 g σε 1 L απιονισμένο νερό.
- ✓ Διάλυμα $AgNO_3$: διαλύονται 20 g $AgNO_3$ σε 1L απιονισμένο νερό
- ✓ Δείγμα νερού λιμνοθάλασσας 60 mL
- ✓ 2,5 g. Μαγειρικό αλάτι

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Καταρχήν σαπουνίζω όλα τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιήσω και τα ξεπλένω με νερό βρύσης. Στη συνέχεια τα ξεπλένω και με απιονισμένο νερό, οπότε μπορεί να ξεκινήσει το πείραμα. Η πειραματική πορεία περιγράφεται στα επόμενα 12 βήματα.[52,53] Κατά τη διάρκεια του πειράματος πρέπει να συμπληρώνονται τα κενά με τα νούμερα που λείπουν.

1) Φτιάχνω το πρότυπο διάλυμα αλατότητας 10‰, ως εξής:

Μέσα σε μία κωνική φιάλη των 250 mL, σε 100 mL απιονισμένου νερού προσθέτω 1 g αλατιού καθημερινής χρήσης.

2) Ζυγίζω μία κωνική φιάλη των 100 mL και σημειώνω το βάρος της

Αρχικό βάρος κωνικής φιάλης: $w_{\text{πριν}} = \dots\dots\dots \text{g}$.

3) Προσθέτω 15 mL πρότυπου δείγματος και επαναλαμβάνω τη ζύγιση, οπότε προσδιορίζω το ακριβές βάρος του πρότυπου δείγματος.

Βάρος κωνικής φιάλης μετά την προσθήκη του δείγματος : $w_{\text{μετά}} = \dots\dots\dots \text{g}$.

Άρα το βάρος του πρότυπου δείγματος είναι: $a = w_{\text{μετά}} - w_{\text{πριν}} = \dots\dots\dots \text{g}$.

4) Στο διάλυμα προσθέτω 25 mL αποσταγμένου νερού και 6 σταγόνες δείκτη K_2CrO_4 . Στη συνέχεια το διάλυμα ογκομετρείται με διάλυμα AgNO_3 , μέχρι να σταθεροποιηθεί το κόκκινο χρώμα, οπότε θα έχω φτάσει στο τελικό σημείο. Ο όγκος νιτρικού αργύρου που χρησιμοποιήθηκε είναι:

$V_1 = \dots\dots\dots \text{mL}$

5) Υπολογίζω τη χλωριότητα του πρότυπου διαλύματος, μέσω του τύπου:

$s_{\text{‰}}^{\text{‰}} = 1,80655 \text{ Cl }_{\text{‰}}^{\text{‰}}$, άρα $\text{Cl }_{\text{‰}}^{\text{‰}} = 10/1,80655 = 5,53541$

6) Μέσω του τύπου $\text{Cl }_{\text{‰}}^{\text{‰}} = 0,3285234 \cdot 0,635 \cdot V \cdot b/a$, υπολογίζω το b του πρότυπου δείγματος, οπότε προκύπτει ότι:

$b = \dots\dots\dots \text{g. AgNO}_3/\text{L διαλύματος}$

7) Ζυγίζω μία κωνική φιάλη των 100 mL , μετά προσθέτω 15 mL αγνώστου δείγματος και επαναλαμβάνω τη ζύγιση, οπότε προσδιορίζω το ακριβές βάρος του αγνώστου δείγματος.

Αρχικό βάρος κωνικής φιάλης: $w_{\text{πριν}} = \dots\dots\dots \text{g}$.

Βάρος κωνικής φιάλης μετά την προσθήκη του δείγματος: $w_{\text{μετά}} = \dots\dots\dots \text{g}$.

Άρα το βάρος του αγνώστου δείγματος είναι: $a' = w_{\text{μετά}} - w_{\text{πριν}} = \dots\dots\dots \text{g}$.

8) Επιπλέον προσθέτω 25 mL αποσταγμένου νερού και 6 σταγόνες δείκτη K_2CrO_4 . Στη συνέχεια το διάλυμα ογκομετρείται με διάλυμα AgNO_3 , μέχρι να σταθεροποιηθεί το κόκκινο χρώμα, οπότε θα έχω φτάσει στο τελικό σημείο. Ο όγκος νιτρικού αργύρου που χρησιμοποιήθηκε είναι:

$V_1' = \dots\dots\dots \text{mL}$

9) Υπολογίζω τη χλωριότητα του αγνώστου δείγματος, μέσω του τύπου:

$$Cl^{0}_{/00} = 0,3285234 * 0,635 * V * b/a$$

10) Για τον προσδιορισμό της αλατότητας του αγνώστου δείγματος, χρησιμοποιώ τον τύπο:

$$s^{0}_{/00} = 1,80655 Cl^{0}_{/00} = \dots\dots\dots$$

10^η Συνάντηση

Την πρώτη ώρα ο κάθε μαθητής πρέπει να μελετήσει το κείμενο 3(K3), που περιέχει θεωρητικές γνώσεις σχετικές με την έννοια του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου(COD), καθώς και σχετικά με την αρχή μεθόδου για τον πειραματικό προσδιορισμό του σε υδατικά δείγματα. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί συζήτηση μέσα στην τάξη σχετική με αυτά τα θέματα. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης, οι μαθητές μαζί με τον καθηγητή συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας 10 (ΦΕ10).

Τη δεύτερη ώρα οι μαθητές θα επισκεφτούν το σχολικό εργαστήριο, όπου θα πραγματοποιηθεί ο πειραματικός προσδιορισμός του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα που οι ίδιοι έχουν συλλέξει. Αυτό θα είναι ένα πείραμα επίδειξης από τον καθηγητή προς τους μαθητές, κατά τη διάρκεια του οποίου όμως ο κάθε ένας μαθητής θα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας 11(ΦΕ11), με τη βοήθεια και την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.

Οι διδακτικοί στόχοι του φύλλου εργασίας 10 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να μπορούν να περιγράφουν την έννοια του C.O.D.
- ✓ Να πληροφορηθούν για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων.
- ✓ Να πληροφορηθούν για τη χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του C.O.D.
- ✓ Να αναγνωρίσουν τα σφάλματα που μπορεί να συμβούν κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του C.O.D.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 10

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο:
Α. συμβολίζεται με DO

- Β. είναι το οξυγόνο που βρίσκεται διαλυμένο στο νερό ενός υδάτινου οικοσυστήματος
Γ. συμβολίζεται με COD
Δ. Συμβολίζεται με BOD

2. Ο ποσοτικός προσδιορισμός του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου:

- Α. παρεμποδίζεται από την παρουσία χλωριούχων ιόντων που οξειδώνονται παρουσία οξειδωτικού μέσου
Β. διευκολύνεται υπό την παρουσία χλωριούχων ιόντων σε χαμηλές συγκεντρώσεις
Γ. διευκολύνεται υπό την παρουσία χλωριούχων ιόντων σε υψηλές συγκεντρώσεις
Δ. αφορά κυρίως τα υδατικά δείγματα θαλασσινού νερού

3. Η παρουσία ενός οξειδωτικού μέσου:

- Α. οδηγεί σε αναγωγή των χλωριούχων ιόντων
Β. είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου σε ένα δείγμα νερού
Γ. δεν είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου σε ένα δείγμα νερού
Δ. έχει ως αποτέλεσμα την εκλεκτική οξείδωση του βιοχημικώς απαιτούμενου οξυγόνου σε ένα δείγμα νερού

4. Κατά τον ποσοτικό προσδιορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου προστίθεται HgSO_4 :

- Α. αφού ολοκληρωθεί η οξείδωση με διχρωμικό κάλιο
Β. για την αποφυγή της οξείδωσης των υπόλοιπων ουσιών
Γ. ως οξειδωτικό μέσον
Δ. αντί για διχρωμικό κάλιο

5. Ο Hg του θειικού υδραργύρου (HgSO_4) :

- Α. σχηματίζει ευδιάλυτα σύμπλοκα με τα ιόντα Cl^-
Β. σχηματίζει δυσδιάλυτα ιζήματα με τα ιόντα Cl^-
Γ. δεν αντιδρά με τα ιόντα Cl^-
Δ. οξειδώνει τα ιόντα Cl^-

6. Τα Cl^- , παρουσία του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, οξειδώνονται σε:

- Α. Cl
Β. HCl
Γ. ClO_3^-
Δ. ClO_4^-

7. Η μέθοδος προσδιορισμού του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου:

- Α. δεν έχει σχέση με τη ρύπανση του νερού

Β. βοηθά στη διεξαγωγή συμπερασμάτων για τη ρύπανση αποβλήτων από οργανικές ουσίες

Γ. είναι η μόνη για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων για τη ρύπανση αποβλήτων από οργανικές ουσίες

Δ. δεν είναι ιδιαίτερα απαραίτητη για τους επιστήμονες που ασχολούνται με τη ρύπανση των υδάτων από οργανική ύλη

8. Η μέθοδος προσδιορισμού του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου που θα εφαρμόσουμε στο εργαστήριο, είναι κατάλληλη για συγκεντρώσεις τάξης:

Α. 20- 60 mg/L

Β. 60- 80 mg/L

Γ. 10-20 mg/L

Δ. 0,1-0,8 mg/L

9. Κατά τον ποσοτικό προσδιορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου, οι οργανικές ενώσεις:

Α. ανάγονται με διχρωμικό κάλιο

Β. οξειδώνονται με διχρωμικό κάλιο

Γ. ανάγονται με υπερμαγγανικό κάλιο

Δ. ανάγονται σε αλκαλικό περιβάλλον

10. Σύμφωνα με την αρχή μεθόδου προσδιορισμού του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου, η περίσσεια διχρωμικού καλίου υπολογίζεται:

Α. με ογκομέτρηση με διάλυμα δισθενούς σιδήρου

Β. με ογκομέτρηση με διάλυμα τρισθενούς σιδήρου

Γ. φασματοφωτομετρικά

Δ. με ογκομέτρηση με διάλυμα δισθενούς χαλκού

11. Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου, προσθέτουμε στο δείγμα θειικό άργυρο (Ag_2SO_4) ως καταλύτη για την οξείδωση:

Α. του βενζολίου

Β. του τολουολίου

Γ. των διακλαδισμένων αλειφατικών υδρογονανθράκων

Δ. των ευθύγραμμων αλειφατικών υδρογονανθράκων

12. Όταν στο προς ανάλυση υδατικό δείγμα υπάρχουν και χλωριούχα ιόντα, τότε:

Α. προκύπτουν θετικά σφάλματα

Β. προκύπτουν αρνητικά σφάλματα

Γ. διευκολύνεται ο προσδιορισμός του COD

Δ. αυτά ανάγονται, παρουσία του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

13. Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του COD, στο δείγμα νερού, τα χλωριούχα ιόντα :

- A. θα πρέπει να βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις
- B. θα πρέπει να βρίσκονται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 2g/l
- Γ. θα πρέπει να βρίσκονται σε συγκεντρώσεις χαμηλότερες των 2g/l
- Δ. ανάγονται παρουσία του οξειδωτικού μέσου

14. Το διάλυμα, αμέσως μετά την προσθήκη της φερροΐνης απέκτησε:

- A. κόκκινο χρώμα
- B. κίτρινο χρώμα
- Γ. μπλε χρώμα
- Δ. καστανέρυθρο χρώμα

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Το COD είναι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό.
2. Σ Λ Τα Cl^- , παρουσία $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, οξειδώνονται σε Cl^0 .
3. Σ Λ Κατά τον προσδιορισμό του COD χωρίς σφάλματα, στο δείγμα πρέπει να υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις συνοξειδούμενων οργανικών ενώσεων.
4. Σ Λ Το C.O.D. μπορεί να προσδιοριστεί σε δείγματα θαλασσινού νερού.
5. Σ Λ Ο HgSO_4 δεσμεύει τα χλωριούχα ιόντα και σχηματίζει δυσδιάλυτα σύμπλοκα.
6. Σ Λ Ο προσδιορισμός του C.O.D. συνιστά δείκτη του ολικού φορτίου οργανικής ύλης στα απόβλητα.
7. Σ Λ στο πείραμα, η περίσσεια του διχρωμικού καλίου προσδιορίζεται ογκομετρικά.
8. Σ Λ Τα σφαιρίδια βρασμού στη συσκευή αποτρέπουν την οξείδωση των Cl^- .
9. Σ Λ Το βενζόλιο οξειδώνεται πλήρως παρουσία του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
10. Σ Λ Η μέθοδος προσδιορισμού του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου βασίζεται στην οπισθογομέτρηση της περισσειας του διχρωμικού καλίου.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Το COD είναι η ποσότητα του που απαιτείται για τη χημική του συνόλου των οργανικών ενώσεων που περιέχονται στο νερό.
2. Η συλλογή υδατικού δείγματος από τους μαθητές θα γίνει σε δοχείο και θα φυλαχθεί στο μέχρι την εργαστηριακή ανάλυσή του.
3. Μόνο με τον προσδιορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου και του άνθρακα μπορεί να προσδιοριστεί η ολική φόρτιση ενός αποβλήτου σε ενώσεις.
4. Ο μοριακός τύπος του διχρωμικού καλίου είναι ο

5. Ο Hg όταν ενωθεί με τα ιόντα Cl^- σχηματίζει ευδιάλυτα σύμπλοκα του τύπου

6. Η χημική εξίσωση της αντίδρασης που περιγράφει την οξείδωση των χλωριούχων ιόντων είναι η εξής: $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}^{\cdots}$

7. Ο μοριακός τύπος του θειικού αργύρου είναι

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1) Να αντιστοιχίσετε την κάθε μία ουσία της στήλης Ι με μία μόνο ιδιότητα της στήλης ΙΙ κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του C.O.D. στο υδατικό δείγμα.

ΣΤΗΛΗ Α	ΣΤΗΛΗ Β
1. HgSO_4	Α. Καταλύτης
2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Β. Οξειδωτικό
3. HgCl_4^{-2}	Γ. Ευδιάλυτο σύμπλοκο
4. Ag_2SO_4	Δ. Παρεμπόδιση οξείδωσης Cl^-
	Ε. Αναγωγικό

Β. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

Ι. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε τη χημική αντίδραση που περιγράφει την οξείδωση των οργανικών ενώσεων με διχρωμικό κάλιο σε όξινο περιβάλλον.

.....

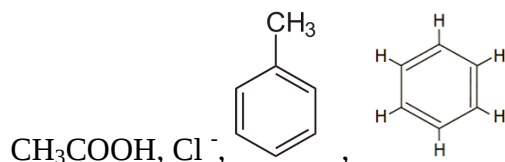
2. Να περιγράψετε μέσα σε μία μικρή πρόταση την έννοια «χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο».

.....

.....

3. Να εξηγήσετε μέσα σε δύο σειρές γιατί ο πειραματικός προσδιορισμός του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου στο νερό μίας περιοχής έχει σημασία.

.....
.....
4. Να κυκλώσετε τις ουσίες που μπορούν να οξειδωθούν παρουσία του $K_2Cr_2O_7$.



5. Να γράψετε τη χημική εξίσωση, που περιγράφει τη δράση του $K_2Cr_2O_7$ ως οξειδωτικό μέσον.
.....

6. Για ποιο λόγο προσθέτουμε $HgSO_4$ κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του C.O.D;
.....

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να γράψετε τρεις παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα των οργανικών ενώσεων στα φυσικά νερά.

- 1^{ος}
2^{ος}
3^{ος}

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 11

Οι διδακτικοί στόχοι του 11^{ου} φύλλου εργασίας είναι οι μαθητές:

- ✓ Να παρακολουθούν με προσοχή το πείραμα επίδειξης.
- ✓ Να παρατηρούν το σωστό και προσεκτικό χειρισμό των οργάνων και των αντιδραστηρίων.

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ C.O.D.»

A.ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

ΟΡΓΑΝΑ:

- ✓ Συσκευή βρασμού 500 ml με κάθετο ψυκτήρα κυκλοφορίας νερού
- ✓ Θερμαντική πλάκα
- ✓ Πλαστικό μπουκάλι από εμφιαλωμένο νερό για τη συλλογή του δείγματος

- ✓ Σιφόνια των 25 ml και 50 ml
- ✓ 2 ογκομετρικές φιάλες των 100 ml
- ✓ 2 ογκομετρικές φιάλες του 1 L
- ✓ 2 κωνικές φιάλες των 200 ml
- ✓ 2 προχοϊδες των 50 ml

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

✓ Πρότυπο διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ 0,250N: Διαλύονται 12,259 g $K_2Cr_2O_7$ πρότυπου αντιδραστηρίου σε 1 l αποσταγμένο νερό. Εφόσον τα δείγματα θα περιέχουν και νιτρώδη ιόντα, προστίθενται στο διάλυμα αυτό και 120 mg/l αναλυτικώς καθαρό σουλφαμικό οξύ. Η συγκέντρωση αυτή επαρκεί για την εξουδετέρωση επίδρασης 6 mg/l N-NO, εφόσον χρησιμοποιούνται δείγματα των 20 ml.

✓ Αποσταγμένο νερό

✓ Πρότυπο διάλυμα Fe(II) 0,1 N: Διαλύονται 39 g $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ σε κάποια ποσότητα αποσταγμένου νερού, σε ογκομετρική φιάλη του 1 l. Προστίθενται 20 ml διαλύματος πυκνού H_2SO_4 και αφού ψυχθεί, συμπληρώνεται ως τα 1000 ml. Η τιτλοδότηση γίνεται με μεταφορά 10 ml διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ σε κωνική φιάλη των 250 ml, αραίωση ως τα 100 ml με αποσταγμένο νερό, προσθήκη 30 ml διαλύματος πυκνού H_2SO_4 και ογκομέτρηση του ψυχθέντος μίγματος με το πρότυπο διάλυμα Fe (II) παρουσία 2-3 σταγόνων δείκτη φερροΐνης.

✓ Διάλυμα πυκνού H_2SO_4 : Διαλύονται 4 g Ag_2SO_4 σε 1 l πυκνού θεικού οξέος. Η διάλυση απαιτεί μακρά παραμονή, τουλάχιστον 48 ώρες.

✓ Δείκτης φερροΐνη: Διαλύονται 1,458g 1,10-φαινανθρολίνης και 0,659 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ σε 100 ml αποσταγμένο νερό.

✓ Θεικός υδράργυρος ($HgSO_4$) : Αναλυτικώς καθαρός.

Β.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Καταρχήν σαπουνίζω όλα τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιήσω και τα ξεπλένω με νερό βρύσης. Στη συνέχεια τα ξεπλένω και με απιονισμένο νερό, οπότε τώρα μπορεί να ξεκινήσει το πείραμα. Η πειραματική πορεία περιγράφεται στα επόμενα 11 βήματα[54,55]:

1) Φτιάχνω τη συσκευή, που αποτελείται από σφαιρική φιάλη και κάθετο ψυκτήρα και στη συνέχεια βάζω 20 mL δείγματος.

Όγκος δείγματος: $V_3 = \dots\dots\dots\text{mL}$

2) Προσθέτω 0,5g. HgSO_4 και 1-2 σφαιρίδια βρασμού από πορσελάνη που έχουν προθερμανθεί στους 600°C .

3) Προσθέτω 10 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,15 N και 30 mL μίγματος $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ag}_2\text{SO}_4$, με συνεχή ανακίνηση της φιάλης.

4) Το μίγμα ζέεται επί 2 ώρες με τον κάθετο ψυκτήρα και αφήνεται να ψυχθεί. Ο κάθετος ψυκτήρας εκπλένεται με απιονισμένο νερό χωρίς να απομακρυνθεί από τη συσκευή και το μίγμα αραιώνεται στα 200 mL.

5) Στη συνέχεια ρίχνω στο διάλυμά μου λίγες σταγόνες από το δείκτη φερροΐνη και κάνω ογκομέτρηση της περίσσειας του διχρωμικού καλίου με διάλυμα δισθενούς σιδήρου 0,5N, μέχρι το χρώμα του δείκτη από κυανό-πράσινο να γίνει καστανέρυθρο.

Όγκος διαλύματος Fe(II) : $V_2 = \dots\dots\dots\text{mL}$

6) Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τον τυφλό προσδιορισμό. Φτιάχνω τη συσκευή, που αποτελείται από σφαιρική φιάλη και κάθετο ψυκτήρα και βάζω 20 mL απιονισμένου νερού.

7) Προσθέτω 0,5g. HgSO_4 και 1-2 σφαιρίδια βρασμού από πορσελάνη που έχουν προθερμανθεί στους 600°C .

8) Προσθέτω 10 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,15 N και 30 mL μίγματος $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ag}_2\text{SO}_4$, με συνεχή ανακίνηση της φιάλης.

9) Το μίγμα ζέεται επί 2 ώρες με τον κάθετο ψυκτήρα και αφήνεται να ψυχθεί. Ο κάθετος ψυκτήρας εκπλένεται με απιονισμένο νερό χωρίς να απομακρυνθεί από τη συσκευή και το μίγμα αραιώνεται στα 200 mL.

10) Στη συνέχεια ρίχνω στο διάλυμά μου λίγες σταγόνες από το δείκτη φερροΐνη και κάνω ογκομέτρηση της περίσσειας του διχρωμικού καλίου με διάλυμα δισθενούς σιδήρου 0,5N, μέχρι το χρώμα του δείκτη από κυανό-πράσινο να γίνει καστανέρυθρο.

Όγκος διαλύματος Fe (II) : $V_1 = \dots\dots\dots\text{mL}$

11) Τη συγκέντρωση του COD στο άγνωστο δείγμα νερού θα τη βρω από τον τύπο:

$$[\text{COD}] = (V_1 - V_2)N * 8000 / V_3 = \dots\dots\dots\text{mg/L}$$

11^η Συνάντηση

Την πρώτη ώρα οι μαθητές θα μελετήσουν το κείμενο 4(K4), που είναι σχετικό με τη θεωρία και την αρχή μεθόδου του πειραματικού προσδιορισμού των θρεπτικών συστατικών ενός υδατικού δείγματος. Στη συνέχεια, τα μέλη κάθε ομάδας χωρίζονται σε δύο υποομάδες. Η μία υποομάδα διδάσκει στην δεύτερη την αρχή μεθόδου του προσδιορισμού των νιτρικών ιόντων, ενώ η δεύτερη διδάσκει στην πρώτη το αντίστοιχο κεφάλαιο για τα νιτρικά ιόντα. Μετά, η ομάδα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας 12 (ΦΕ12).

Την επόμενη ώρα οι μαθητές πηγαίνουν στο σχολικό εργαστήριο, για να πραγματοποιήσουν τον πειραματικό προσδιορισμό των θρεπτικών συστατικών στο υδατικό δείγμα της λιμνοθάλασσας. Η κάθε μία ομάδα θα πραγματοποιεί το πείραμα και παράλληλα θα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας 13 (ΦΕ13).

Οι διδακτικοί στόχοι του φύλλου εργασίας 12 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να είναι ικανοί να εξηγούν την έννοια των θρεπτικών συστατικών.
- ✓ Να γνωρίζουν τα θρεπτικά συστατικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα.
- ✓ Να αναγνωρίζουν την αρχή της μεθόδου για τον προσδιορισμό των νιτρικών ιόντων σε ένα υδατικό δείγμα.
- ✓ Να αναγνωρίζουν την αρχή της μεθόδου για τον προσδιορισμό των νιτρικών ιόντων σε ένα υδατικό δείγμα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 12

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Τα θρεπτικά συστατικά είναι:
 - A. στοιχειώδεις ανόργανες ενώσεις αποκλειστικά
 - B. στοιχειώδεις οργανικές ενώσεις αποκλειστικά
 - Γ. στοιχειώδεις ανόργανες ή οργανικές ενώσεις
 - Δ. η τροφή του ζωοπλαγκτού
2. Τα θρεπτικά συστατικά συνιστούν τα τελικά ή τα ενδιάμεσα προϊόντα της:
 - A. βιολογικής ή χημικής αποικοδόμησης της οργανικής ύλης
 - B. βιολογικής αποικοδόμησης της οργανικής ύλης μόνο
 - Γ. χημικής αποικοδόμησης της οργανικής ύλης μόνο
 - Δ. αερόβιας βιολογικής αποικοδόμησης της οργανικής ύλης
3. Στη φύση, το άζωτο μπορεί να υπάρξει σε:
 - A. 3 οξειδωτικές καταστάσεις
 - B. 7 οξειδωτικές καταστάσεις
 - Γ. 2 οξειδωτικές καταστάσεις
 - Δ. 5 οξειδωτικές καταστάσεις

4. Τα ιόντα NO_2^- και NO_3^- των υδάτινων οικοσυστημάτων:

- A. ανήκουν στις οργανικές ενώσεις του αζώτου
- B. είναι παράγοντες αύξησης του ευτροφισμού
- Γ. είναι τροφή των καταναλωτών πρώτης τάξης
- Δ. είναι χρήσιμα για τους υδρόβιους οργανισμούς σε υψηλές συγκεντρώσεις

5. Η συγκέντρωση των NO_2^- στο πόσιμο νερό δεν πρέπει να ξεπερνά τα:

- A. 0,1 ppm
- B. 5 ppm
- Γ. 1 ppm
- Δ. 0,5 ppm

6. Η αναγωγή των νιτρικών ιόντων προς νιτρώδη ιόντα γίνεται:

- A. σε ένα συγκεκριμένο δυναμικό οξειδοαναγωγής
- B. σε διάφορα δυναμικά οξειδοαναγωγής
- Γ. σε δυναμικό που δεν εξαρτάται από το pH
- Δ. ανεξάρτητα από την οξύτητα του διαλύματος

7. Το πιο κατάλληλο αναγωγικό για την αναγωγή των NO_3^- προς NO_2^- είναι:

- A. Zn
- B. Cd
- Γ. Fe
- Δ. Au

8. Το δείγμα νερού στο οποίο πρόκειται να προσδιοριστούν τα θρεπτικά συστατικά πρέπει να φυλαχθεί:

- A. σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να γίνει η ανάλυση
- B. σε μεταλλικό δοχείο μέχρι να γίνει η ανάλυση
- Γ. σε μεταλλικό δοχείο στην ψύξη μέχρι να γίνει η ανάλυση
- Δ. σε γυάλινο δοχείο στην ψύξη μέχρι να γίνει η ανάλυση

8. Ανάμεσα στα ιόντα που παρεμποδίζουν τον πειραματικό προσδιορισμό των νιτρωδών ιόντων είναι :

- A. Ni^{2+}
- B. Mn^{2+}
- Γ. Mg^{2+}
- Δ. Cu^{2+}

9. Το πιο κατάλληλο pH για τη αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη ιόντα είναι το:

- A. 7
- B. 5
- Γ. 4

Δ. 1

10. Το διάλυμα ναφθυλαιθυλοδιαμίνης:

- A. είναι καρκινογόνο
- B. πρέπει να χρησιμοποιείται με πολλή προσοχή
- Γ. είναι εντελώς ακίνδυνο
- Δ. τα A και B είναι σωστά

11. Το απιονισμένο νερό μπορεί να απαλαγεί από νιτρώδη ιόντα, με την προσθήκη:

- A. αποκλειστικά KMnO_4
- B. αποκλειστικά $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- Γ. αποκλειστικά $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Δ. κάποιο από τα A, B, Γ

12. Σε χρωματισμένο δείγμα προς ανάλυση, για τη διαύγειά του προσθέτουμε:

- A. αιώρημα $\text{Al}(\text{OH})_3$
- B. NaOH
- Γ. KOH
- Δ. $\text{Ca}(\text{OH})_2$

13. Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό, πρώτα προσδιορίζουμε τη συγκέντρωση των:

- A. NO_3^-
- B. NO_2^-
- Γ. N_2
- Δ. NO_2

14. Για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των NO_2^- , η φωτομέτρηση γίνεται στα:

- A. 500 nm
- B. 434 nm
- Γ. 543 nm
- Δ. 642 nm

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Τα θρεπτικά συστατικά λέγονται αλλιώς μικροθρεπτικά άλατα.
2. Σ Λ Τα θρεπτικά συστατικά αποτελούν την τροφή των ζωικών οργανισμών.
3. Σ Λ Ως θρεπτικά συστατικά θεωρούνται αποκλειστικά οι ενώσεις του πυριτίου.
4. Σ Λ Τα NO_2^- πρέπει να βρίσκονται στο νερό σε υψηλές συγκεντρώσεις.
5. Σ Λ Ο ευτροφισμός μίας λιμνοθάλασσας οφείλεται σε μειωμένη $[\text{NO}_3^-]$.
6. Σ Λ Ο Zn είναι το πιο κατάλληλο αναγωγικό μέσο για την αναγωγή των νιτρικών ιόντων σε νιτρώδη.

7. Σ Λ Το δοχείο δειγματοληψίας για τον προσδιορισμό θρεπτικών είναι γυάλινο.
8. Σ Λ Τα ιόντα Cu^{2+} προκαλούν θετικό σφάλμα στον προσδιορισμό των NO_2^- .
9. Σ Λ Για την αναγωγή των νιτρικών ιόντων σε νιτρώδη, χρειάζεται μία στήλη χαλκού.
10. Σ Λ Το διάλυμα ναφθυλαιθυλενοδιαμίνης είναι εντελώς ακίνδυνο.
11. Σ Λ Το απιονισμένο νερό που χρησιμοποιείται στο πείραμα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από νιτρώδη ιόντα.
12. Σ Λ Το υδατικό δείγμα πρέπει να είναι διαυγές για την ανάλυσή του.
13. Σ Λ Η συγκέντρωση των πρότυπων διαλυμάτων στον προσδιορισμό της $[\text{NO}_2^-]$ είναι μετρημένη σε $\mu\text{mol/L}$.
14. Σ Λ Η φωτομέτρηση για τον προσδιορισμό της $[\text{NO}_2^-]$ γίνεται στα 543 nm.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Στο τέλος του πειραματικού προσδιορισμού των νιτρωδών ιόντων, τα Cd^{2+} απομακρύνονται με μία αντίδραση που λέγεται
2. Τα ιόντα Ag^+ παρεμποδίζουν τον πειραματικό προσδιορισμό των νιτρωδών ιόντων, γιατί σχηματίζουν έγχρωμα με το EDTA.
3. $\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{\dots\dots} + 2 \text{e}^-$
4. $\text{Cd}^{\dots\dots} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + \dots\dots \text{e}^-$
5. Η απορρόφηση του δείγματος, όπου θα μετρηθούν τα νιτρώδη ιόντα είναι σταnm.
6. Η δειγματοληψία του νερού στο οποίο θα μετρηθούν τα νιτρώδη ιόντα γίνεται σε δοχείο και φυλάσσεται στους $^{\circ}\text{C}$ μέχρι την ανάλυσή τους.
7. Στο πόσιμο νερό, η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα mg/L.
8. Η αναγωγή των νιτρικών ιόντων σε pH κοντά στο 7, περιγράφεται από την αντίδραση:

$$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \dots\dots\dots + 2\text{OH}^-$$
9. Η αναγωγή των νιτρικών ιόντων σε pH μικρότερο του 7, περιγράφεται από την αντίδραση:

$$\text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow \dots\dots\dots + 2\text{H}_2\text{O}$$

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

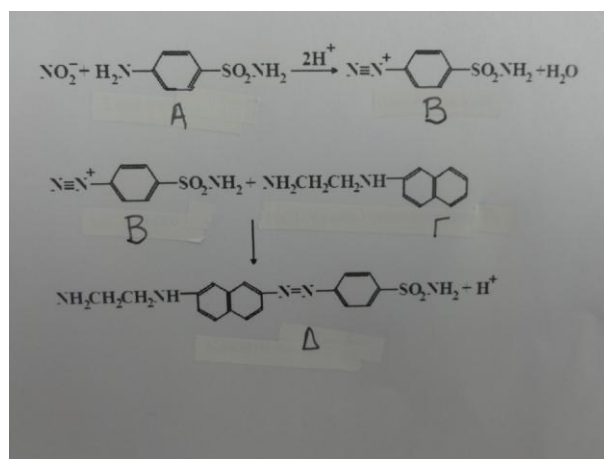
1) Να αντιστοιχίσετε τα αντιδρώντα των χημικών αντιδράσεων της στήλης I με τα κατάλληλα προϊόντα από τη στήλη II.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. $\text{Cd}^0 + \text{NO}_3^-$	A. $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$
2. $\text{Cd}^0 + \text{NH}_4^+$	B. Cd^{3+}
3. Zn^0	Γ. $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
4. $\text{NO}_3^- + \text{H}^+$	Δ. $\text{Zn}^{3+} + 3\text{e}^-$
	E. N_2
	Z. NO_2^-
	H. $\text{Cd}^{2+} + \text{NO}_2^-$

2) Να αντιστοιχίσετε καθέναν από τους μοριακούς τύπους της στήλης I με το αντίστοιχο όνομα από τη στήλη II.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. NH_4^+	A. Πυριτικά ιόντα
2. NO_2^-	B. Οξυγονούχα ιόντα
3. NO_3^-	Γ. Νιτρώδη ιόντα
4. SiO_4^{4-}	Δ. Μοριακό άζωτο
	E. Διοξείδιο του αζώτου
	Z. Νιτρικά ιόντα
	H. Αμμωνιακά ιόντα

3) Δίνεται το παρακάτω σχήμα. Να αντιστοιχίσετε το κάθε γράμμα της στήλης A με την έννοια στην οποία αντιστοιχεί από τη στήλη B.



ΣΤΗΛΗ Α	ΣΤΗΛΗ Β
Α	Κόκκινο αζώχρωμα
Β	Σουλφανιλαμίδιο
Γ	HCl-ναφθυλαιθυλαινοδιαμίνη
Δ	Διαζωνιακό ιόν

Β. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

Ι. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους και τα ονόματα τεσσάρων ανόργανων θρεπτικών συστατικών.

ΜΟΡΙΑΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑ

2. Να γράψετε δύο παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε σφάλματα κατά τον προσδιορισμό των θρεπτικών συστατικών σε ένα δείγμα νερού.

1^{ος}

2^{ος}

3. Σας δίνεται η παρακάτω εικόνα ενός υδάτινου οικοσυστήματος. Ποιο περιβαλλοντικό πρόβλημα εντοπίζετε; Να το περιγράψετε με δικά σας λόγια.



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

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να γράψετε τη χημική αντίδραση της αναγωγής των νιτρικών ιόντων προς νιτρώδη ιόντα, που συμβαίνει όταν το δείγμα περνά από τη στήλη του καδμίου.

.....

2. Να γράψετε την χημική αντίδραση που περιγράφει την απομάκρυνση των ιόντων καδμίου μέσω συμπλοκοποίησης με το χλωριούχο αμμώνιο.

.....

3. Γιατί προσθέτουμε λίγες σταγόνες χλωροφορμίου πριν την ανάλυση του δείγματος νερού σε θρεπτικά άλατα;

.....

4. Ποιος είναι ο ρόλος του EDTA στο πείραμα;

.....

5. Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά τον πειραματικό προσδιορισμό των νιτρωδών ιόντων.

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

6. Τι συγκεντρώσεις πρέπει να έχουν τα πρότυπα διαλύματα για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των νιτρωδών ιόντων στο δείγμα;

.....

7. Τι συγκεντρώσεις πρέπει να έχουν τα πρότυπα διαλύματα για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων στο δείγμα;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 13

Οι διδακτικοί στόχοι του 13^{ου} φύλλου εργασίας είναι οι μαθητές:

- ✓ Να συνεργαστούν για την επίτευξη του πειραματικού προσδιορισμού της συγκέντρωσης των νιτρώδων και των νιτρικών ιόντων στο υδατικό δείγμα.
- ✓ Να είναι ικανοί να ακολουθούν τις οδηγίες του πειράματος βήμα προς βήμα.
- ✓ Να αποκτήσουν επιδεξιότητα στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των νιτρώδων και των νιτρικών ιόντων από μία καμπύλη αναφοράς.

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ NO₂⁻»

A. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

ΟΡΓΑΝΑ:

- ✓ Φωτόμετρο BAUSCH & LOMB SPECTRONIC 20
- ✓ 2 ογκομετρικοί κύλινδροι των 50 mL
- ✓ 1 ογκομετρικός κύλινδρος των 10 mL
- ✓ Πλαστικό μπουκάλι από εμφιαλωμένο νερό για τη δειγματοληψία
- ✓ Ογκομετρικές φιάλες διαφόρων όγκων

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

- ✓ Αντιδραστήριο 1: Διάλυμα σουλφανιλαμιδίου.
Διαλύουμε 2,5g σουλφανιλαμιδίου (C₆H₈N₂NaO₂S) σε 90 ml H₂O και 25 ml π. HCl. Μετά γίνεται αραιώση στα 250 ml με αποσταγμένο νερό.
- ✓ Αντιδραστήριο 2: Διάλυμα διυδροχλωρικής ναφθυλαιθυλενοδιαμίνης. Διαλύουμε 0,25 g ουσίας (C₁₂H₁₆Cl₂N₂) σε 250 ml αποσταγμένου νερού. Το διάλυμα φυλάσσεται σε σκουρόχρωμη φιάλη.
- ✓ Πρότυπο διάλυμα NO₂, συγκέντρωσης C₁=50μmol N/L . Στη συνέχεια, με βάση αυτό, βρίσκουμε τον απαιτούμενο όγκο που θα βάλουμε σε φιάλη των 50ml και με τις κατάλληλες αραιώσεις, φτιάχνουμε τα πρότυπα διαλύματα, με τη χρήση του μαθηματικού τύπου C₁V₁= C₂V₂, όπου V₂=50ml.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ	ΟΓΚΟΣ

$C_2 = 0,1 \mu\text{mol/L}$	$V_1 = \dots\dots\dots \text{L}$
$C_2 = 0,2 \mu\text{mol/L}$	$V_1 = \dots\dots\dots \text{L}$
$C_2 = 0,5 \mu\text{mol/L}$	$V_1 = \dots\dots\dots \text{L}$
$C_2 = 1 \mu\text{mol/L}$	$V_1 = \dots\dots\dots \text{L}$
$C_2 = 2 \mu\text{mol/L}$	$V_1 = \dots\dots\dots \text{L}$
$C_2 = 5 \mu\text{mol/L}$	$V_1 = \dots\dots\dots \text{L}$

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Καταρχήν πρώτα περνά με αραιό υδροχλώριο όλα τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιήσω και στη συνέχεια τα ξεπλένω με απιονισμένο νερό. Μετά, ξεκινώ την πειραματική πορεία που περιγράφεται στα 4 βήματα που ακολουθούν[56,57].

1)Μεταφέρω με ογκομετρικό κύλινδρο 40 ml δείγματος σε φιάλη των 50 ml και προσθέτω 2 ml αντιδραστήριο 1, οπότε αναδεύω καλά το διάλυμα και το αφήνω ήρεμο για 5 min για την επίτευξη του πρώτου σταδίου της αντίδρασης. Το ίδιο κάνω και για τα πρότυπα διαλύματά μου.

2)Προσθέτω 2 ml αντιδραστήριο 2 και απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Αφήνουμε το δείγμα να ηρεμήσει για 10 min, οπότε δημιουργείται το ροζ χρώμα. Το ίδιο κάνω και για τα πρότυπα διαλύματά μου.

3)Γίνεται η φωτομέτρηση στα 543 nm και καταγράφω την απορρόφηση των νιτρωδών (A_1) στο υδατικό δείγμα.

$$A_1 = \dots\dots\dots$$

4) Στο ίδιο μήκος κύματος μετρώ τις απορροφήσεις των προτύπων διαλυμάτων.

$C(\mu\text{mol/l})$	A
0	
2	
5	
10	

5) Φτιάχνω την καμπύλη αναφοράς για τα πρότυπα διαλύματα 0-2-5-10 $\mu\text{mol NO}_2/\text{L}$. Αυτή είναι μία ευθεία, από την εξίσωση της οποίας προσδιορίζω τη συγκέντρωση των νιτρωδών στο υδατικό δείγμα.

$$C = \dots\dots\dots \mu\text{mol/L}$$

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ NO_3^- »

A. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

ΟΡΓΑΝΑ:

- ✓ Ογκομετρικές φιάλες διαφόρων όγκων
- ✓ Φωτόμετρο UV-VIS με δυνατότητα μέτρησης με οπτική διαδρομή 5cm
- ✓ Σιφόνια
- ✓ Στήλη Cd

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

- ✓ Αντιδραστήριο 1.
- ✓ Αντιδραστήριο 2.
- ✓ Αλκαλικό διάλυμα NH_4Cl . Διαλύουμε 10 g NH_4Cl σε 100 ml νερού. Ρυθμίζουμε το pH στην περιοχή 7,0-7,3 με λίγες σταγόνες πυκνής αμμωνίας.
- ✓ Αρχικό πρότυπο διάλυμα NO_3^-

Διαλύουμε 0,5055 g KNO_3 σε 250 ml νερού και αραιώνουμε μέχρι όγκο 1 l με απιονισμένο νερό. Από αυτό το διάλυμα παίρνουμε 1 ml και προσθέτουμε νερό μέχρι τα 1000 ml. Το διάλυμα έχει συγκέντρωση $C_1=1000 \mu\text{mol N/l}$. Με βάση αυτό, φτιάχνουμε τα πρότυπα διαλύματα, με τη βοήθεια απιονισμένου νερού, σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml, με τη χρήση του τύπου $C_1V_1=C_2V_2$, $V_2= 50\text{ml}$.

ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	ΟΓΚΟΣ
$C_2= 1 \mu\text{mol N/l}$	$V_1= \dots\dots\dots \text{ L}$
$C_2=2 \mu\text{mol N/l}$	$V_1= \dots\dots\dots \text{ L}$
$C_2=5 \mu\text{mol N/l}$	$V_1= \dots\dots\dots \text{ L}$
$C_2=10 \mu\text{mol N/l}$	$V_1= \dots\dots\dots \text{ L}$
$C_2=20 \mu\text{mol N/l}$	$V_1= \dots\dots\dots \text{ L}$
$C_2=50 \mu\text{mol N/l}$	$V_1= \dots\dots\dots \text{ L}$

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

- 1) Σε 50 ml δείγματος προσθέτω 1 ml NH_4Cl .
- 2) Περνώ αρκετό απιονισμένο νερό από τη στήλη καδμίου για να την ξεπλύνω.

3) Περνώ από τη στήλη καδμίου τα πρότυπα διαλύματα με ροή 1 σταγόνα/sec. Θα χρειαστώ 10 mL από κάθε πρότυπο.

4) Ξεπλένω τη στήλη καδμίου με απιονισμένο νερό.

5) Περνώ μέσα από τη στήλη το δικό μου δείγμα με ρυθμό 1 σταγόνα/sec. Η ροή ρυθμίζεται από τη στρόφιγγα. Τα πρώτα 10 ml που συλλέγω τα πετώ και τα επόμενα 10 ml τα συλλέγω στην ογκομετρική φιάλη των 50 ml και τα χρησιμοποιώ για να ξεπλύνω το δοχείο παραλαβής του υλικού.

6) Στη συνέχεια συλλέγω τα υπόλοιπα 30 ml που έχουν περάσει από τη στήλη και τα μεταφέρω με ογκομετρικό κύλινδρο σε φιάλη των 50 ml και προσθέτω 2 ml σουλφανιλαμιδίου, οπότε αναδεύω καλά το διάλυμα και το αφήνω ήρεμο για 5 min για την επίτευξη του πρώτου σταδίου της αντίδρασης.

7) Προσθέτω την ίδια ποσότητα σουλφανιλαμιδίου σε κάθε ένα από τα πρότυπα διαλύματά μου.

8) Προσθέτω 2 ml ναφθυλ.-αιθυλενοδιαμίνη και απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Αυτό το κάνω και στο δείγμα μου και στα πρότυπα διαλύματα. Αφήνω το δείγμα να ηρεμήσει για 10 min, οπότε δημιουργείται το ροζ χρώμα.

9) Γίνεται η φωτομέτρηση στα 543 nm για το δείγμα μου. Η απορρόφηση των νιτρωδών είναι:

$$A_1 = \dots\dots\dots$$

10) Μετρώ στο ίδιο μήκος κύματος τις απορροφήσεις των προτύπων διαλυμάτων.

C(μmol/l)	A
0	
1	
2	
5	
10	
20	
50	

11) Φτιάχνω καμπύλη αναφοράς για τα πρότυπα διαλύματα 0-10-20-50 μmol/l. Στον οριζόντιο άξονα θα βάλω τις συγκεντρώσεις και στον κατακόρυφο τις απορροφήσεις.[56,57]

12) Από την εξίσωση της ευθείας που θα προκύψει, υπολογίζεται η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στο υδατικό δείγμα.

$$C = \dots\dots\dots \mu\text{mol/l}$$

12^η Συνάντηση

Την πρώτη ώρα οι μαθητές θα μελετήσουν το κείμενο 5(K5), που είναι σχετικό με τη θεωρία και την αρχή μεθόδου του πειραματικού προσδιορισμού των χλωροφυλλών σε ένα υδατικό δείγμα. Στη συνέχεια, ο κάθε ένας μαθητής θα πρέπει να υπογραμμίσει τις λέξεις κλειδιά σύμφωνα με τη δική του κρίση. Μετά οι μαθητές με τον καθηγητή θα συζητήσουν μέσα στην τάξη όλα αυτά που διάβασαν. Συγχρόνως, θα συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας 14 (ΦΕ14).

Τη δεύτερη ώρα οι μαθητές θα επισκεφτούν το σχολικό εργαστήριο, όπου θα πραγματοποιήσουν τον πειραματικό προσδιορισμό της συγκέντρωσης χλωροφυλλών στο υδατικό δείγμα. Η κάθε μία ομάδα θα εκτελεί το πείραμα και ο ταυτόχρονα θα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας 15 (ΦΕ15).

Οι διδακτικοί στόχοι του φύλλου εργασίας 14 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να κατηγοριοποιούν τις φυτικές χρωστικές.
- ✓ Να εξηγούν πού υπάρχουν οι διάφοροι τύποι χλωροφυλλών στη φύση.
- ✓ Να είναι ικανοί να περιγράφουν τη δομή των χλωροφυλλών -a, -b, -c₁ -c₂.
- ✓ Να είναι ικανοί να περιγράφουν την αρχή μεθόδου πειραματικού προσδιορισμού της συγκέντρωσης χλωροφυλλών σε υδατικό δείγμα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 14

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Οι φυτικές χρωστικές χωρίζονται σε:

- A. τρεις κατηγορίες
- B. τέσσερις κατηγορίες
- Γ. δύο κατηγορίες
- Δ. πέντε κατηγορίες

4. Οι χλωροφύλλες είναι κυκλικές τετραπυρόλες όπου στο κέντρο τους υπάρχει ένα άτομο:

- A. Zn
- B. Mg
- Γ. Cu
- Δ. Fe

5. Κατά τη φωτοσύνθεση, οι χλωροφύλλες μετατρέπουν τη φωτεινή ενέργεια σε:

- A. γλυκόζη
- B. ηλεκτρική
- Γ. θερμική

Δ. χημική

4. Η χλωροφύλλη-a βρίσκεται:

- A. σε όλα τα φυτά
- B. μόνο σε χερσαία φυτά
- Γ. μόνο στα διάτομα
- Δ. μόνο στα φαιοφύκη

5. Οι φαιοφυτίνες:

- A. είναι προϊόντα αποικοδόμησης των χλωροφυλλών
- B. είναι ουσίες από τη δομή των οποίων απουσιάζει ο δακτύλιος
- Γ. έχουν ένα άτομο Zn στο κέντρο του δακτυλίου τους
- Δ. έχουν ένα άτομο Fe στο κέντρο του δακτυλίου

6. Η χλωροφύλλη-b βρίσκεται:

- A. μόνο στα φαιοφύκη
- B. μόνο στα διάτομα
- Γ. σε πρασινοβακτήρια
- Δ. σε υπολείμματα θαλασσίων φυτών

7. Η χλωροφύλλη-c βρίσκεται:

- A. στα υπολείμματα των θαλασσίων φυτών
- B. στα πρασινοβακτήρια
- Γ. στα υπολείμματα των χερσαίων φυτών
- Δ. στα θαλάσσια φύκη

8. Η αναλογία των φυτικών χρωστικών:

- A. είναι ίδια σε όλα τα υδατικά οικοσυστήματα
- B. εξαρτάται από τα είδη φυτοπλαγκτού που επικρατούν σε μία θαλάσσια περιοχή
- Γ. εξαρτάται από τα είδη ζωοπλαγκτού που επικρατούν σε μία θαλάσσια περιοχή
- Δ. είναι ίδια σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές

9. Η συλλογή δείγματος νερού, στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η μέτρηση χλωροφυλλών γίνεται σε:

- A. σκουρόχρωμη φιάλη
- B. μεταλλική φιάλη
- Γ. διαφανή φιάλη
- Δ. γυάλινη διαφανή φιάλη

10. Η διήθηση του υδατικού δείγματος είναι μία διαδικασία που πρέπει να γίνεται:

- A. πολύ αργά
- B. γρήγορα

Γ. χρησιμοποιώντας μόνο έναν ηθμό, ανεξάρτητα από τον όγκο του δείγματος που έχει συλλεχθεί

Δ. αμέσως μετά την εκχύλιση του δείγματος

11. Το εκχυλιστικό που θα χρησιμοποιήσουμε στο εργαστήριο είναι:

A. απιονισμένο νερό

B. μεθανόλη

Γ. ακετόνη

Δ. αιθανόλη

12. Η μέθοδος προσδιορισμού χλωροφυλλών στο υδατικό δείγμα είναι η:

A. μονοχρωματική φασματοφωτομετρία

B. τριχρωματική φασματοφωτομετρία

Γ. υγρή χρωματογραφία

Δ. φθορισμομετρία

13. Εάν δεν γίνει αμέσως μετά τη δειγματοληψία η ανάλυση του δείγματος σε χλωροφύλλες, τα δείγματα πρέπει να φυλάσσονται:

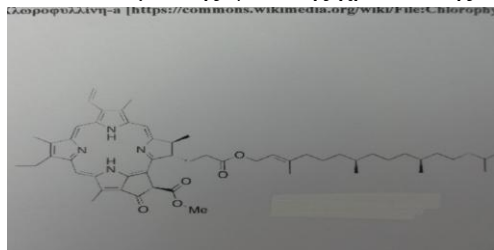
A. σε θερμοκρασία δωματίου

B. στο ψυγείο

Γ. σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία δωματίου

Δ. σε θερμοκρασία λίγο μικρότερη από τη θερμοκρασία δωματίου

14. Το όνομα της φυτικής χρωστικής που αντιστοιχεί στον αναλυτικό τύπο



είναι:

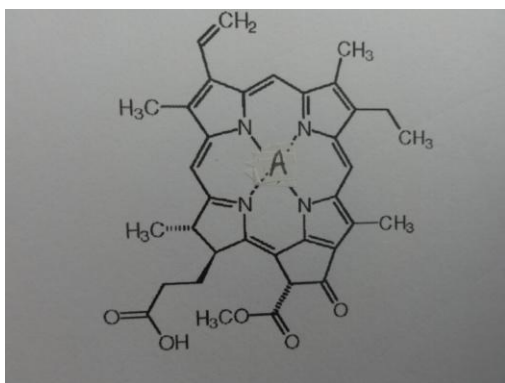
A. χλωροφύλλη-a

B. χλωροφυλλίνη-a

Γ. φαιοφυτίνη-a

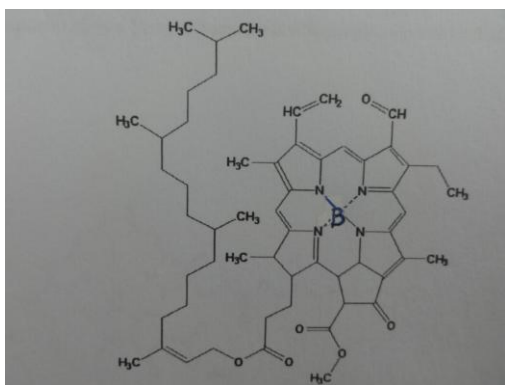
Δ. χλωροφυλλίνη-b

15. Το A στον συντακτικό τύπο της χλωροφυλλίνης-a είναι το χημικό στοιχείο:



- A. Pb
- B. Cu
- Γ. Zn
- Δ. Mg

16. Το χημικό στοιχείο που λείπει από τον συντακτικό τύπο της χλωροφύλλης-b είναι το:



- A. Pb
- B. Cu
- Γ. Zn
- Δ. Mg

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Οι χλωροφύλλες είναι οι φυτικές χρωστικές με τις περισσότερες ενώσεις.
2. Σ Λ Οι φαιοφυτίνες έχουν ένα άτομο Mg στο κέντρο του δακτυλίου.
3. Σ Λ Στη φύση, από τις χλωροφύλλες, πιο συχνά συναντάται η χλωροφύλλη-a.
4. Σ Λ Η χλωροφύλλη-b βρίσκεται στα υπολείμματα των θαλασσίων φυτών.
5. Σ Λ Η χλωροφύλλη-c βρίσκεται στα θαλάσσια φύκη.
6. Σ Λ Για τη διήθηση του υδατικού δείγματος χρησιμοποιούνται πλαστικοί ηθμοί.
7. Σ Λ Ο χρόνος αποθήκευσης των ηθμών μέχρι τον πειραματικό προσδιορισμό χλωροφυλλών οδηγεί σε σφάλμα στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης-a.

8. Σ Λ Η συλλογή δείγματος νερού στο οποίο θα προσδιοριστούν οι χλωροφύλλες, γίνεται με γυάλινη διαφανή φιάλη.
9. Σ Λ Η παρουσία φαιοφυτίνης-α μπορεί να προκαλέσει σφάλμα στον προσδιορισμό της χλωροφύλλης-α.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1) Να αντιστοιχίσετε την κάθε μία φυτική χρωστική ουσία της στήλης I με τον κατάλληλο οργανισμό της στήλης II, στον οποίο συναντάται.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. Φαιοφυτίνη-α	A. Φυτά, πρασινοβακτήρια, συμβιωτικά προχλωρόφυτα
2. Χλωροφύλλη-b	B. Υπολείμματα χειρσαίων φυτών
3. Φαιοφορβίδιο-α	Γ. Διάτομα
4. Χλωροφυλλίνη-α	Δ. Ζωοπλαγκτονικές περιττωματικές πελέτες
5. Χλωροφύλλη-c	E. Υπολείμματα θαλασσίων φυτών
6. Φαιοφυτίνη-b	Z. Χρωμοφύκη, θαλάσσια φύκη
7. Φαιοφορβίδιο-b	H. Όλα τα φωτοσυνθετικά βακτήρια
8. Χλωροφύλλη-a	Θ. Υπολείμματα φυκών και φυτών
9. Χλωροφυλλίνη-b	I. Περιττωματικές πελέτες πρωτόζωων

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να περιγράψετε τη δομή των χλωροφυλλών.

.....

2. Τι πληροφορίες μας δίνουν οι τύποι χλωροφυλλών που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα;

.....

4. Μεταβαίνοντας από παράκτια σε ανοιχτά νερά, το χρώμα της θάλασσας αναμένουμε να μεταβάλλεται από μπλε σε πράσινο ή το ανάποδο και γιατί?

.....
.....
5. Ποιους μήνες του χρόνου πιστεύετε ότι θα έχουμε άνθηση του φυτοπλαγκτού:

A) στον Β.Ατλαντικό?

B) στον Ισημερινό?

Γ) στη Μεσόγειο?

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

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Ποιος είναι ο ρόλος των χλωροφυλλών στα φυτά;

.....

2. Να αναφέρετε από 2 ενώσεις από κάθε κατηγορία φυτικών χρωστικών.

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

3. Να καταγράψετε δύο αιτίες που μπορεί να οδηγήσουν σε σφάλμα κατά τη μέτρηση χλωροφυλλών.

1^η

2^η

4. Ποια είναι η μέθοδος προσδιορισμού χλωροφυλλών που θα εφαρμόσουμε στο εργαστήριο;

.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 15

Οι διδακτικοί στόχοι του 15^{ου} φύλλου εργασίας είναι οι μαθητές:

✓ Να συνεργαστούν για την πραγματοποίηση του πειράματος.

✓ Να είναι ικανοί να χρησιμοποιούν σωστά και με προσοχή τα κατάλληλα όργανα και αντιδραστήρια.

✓ Να είναι ικανοί να εφαρμόζουν σωστά τους μαθηματικούς τύπους, για την εύρεση της συγκέντρωσης των τριών τύπων χλωροφυλλών.

«ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΩΝ»

A. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

ΟΡΓΑΝΑ:

- ✓ Χωνί
- ✓ Ηθμός
- ✓ Φασματοφωτόμετρο
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος των 50mL
- ✓ Ποτήρι ζέσεως των 250 mL
- ✓ Γυάλινη ράβδος
- ✓ Πλαστικός κουβάς για τη δειγματοληψία

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

- ✓ Πυκνό HCl
- ✓ Ακετόνη

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Καταρχήν σαπουνίζω όλα τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιήσω και στη συνέχεια τα ξεπλένω με απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια, ακολουθεί η πειραματική πορεία, η οποία περιλαμβάνει τα επόμενα 6 στάδια[58,59,60,61]:

1) Συλλέγω το δείγμα μου με τον κουβά και επιτόπου κάνω διήθηση σε χωνί με πτυχωτό ηθμό και μετρώ τον όγκο του διηθήματος και στη συνέχεια πετάω το διήθημα.

Όγκος δείγματος: $V_f = \dots\dots\dots$ mL

2) Τοποθετώ τον ηθμό σε ποτήρι ζέσεως και προσθέτω 10 ml ακετόνης για να γίνει πλήρης διάλυση.

Όγκος ακετόνης : $V_e = \dots\dots\dots$ mL

3) Αναδεύω με γυάλινη ράβδο μέχρι το χρώμα να γίνει πράσινο και κάνω απόχυση σε φυγοκεντρικό σωλήνα.

4) Κάνω φυγοκέντρωση για 10 min.

5) Μετρώ στο φωτόμετρο στα μήκη κύματος 664nm, 647nm, 630 nm και ένα τυφλό δείγμα στα 750nm.

$E_{664} = \dots\dots\dots$

$E_{647} = \dots\dots\dots$

$$E_{630} = \dots\dots\dots$$

$$E_{750} = \dots\dots\dots$$

6) Υπολογίζω τις συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης-a, χλωροφύλλης-b και χλωροφύλλης-c:

$$[\text{χλωροφύλλη-a}] = (11,85 * (E_{664} - E_{750}) - 1,54 * (E_{647} - E_{750}) - 0,08 * (E_{630} - E_{750})) * V_e / (L * V_f) =$$

$$= \dots\dots\dots \text{mgm}^{-3}$$

$$[\text{χλωροφύλλη-b}] = (-5,43 * (E_{664} - E_{750}) + 21,03 * (E_{647} - E_{750}) - 2,66 * (E_{630} - E_{750})) * V_e / (L * V_f) =$$

$$= \dots\dots\dots \text{mgm}^{-3}$$

$$[\text{χλωροφύλλη-c}] = (-1,67 * (E_{664} - E_{750}) - 7,60 * (E_{647} - E_{750}) + 24,52 * (E_{630} - E_{750})) * V_e / (L * V_f) =$$

$$= \dots\dots\dots \text{mgm}^{-3}$$

13^η Συνάντηση

Την πρώτη ώρα ο καθηγητής θα μοιράσει στους μαθητές το κείμενο 6(K6), που αναφέρεται στη δράση των απορρυπαντικών, τη ρύπανση που αυτά προκαλούν αν καταλήξουν σε κάποιο υδάτινο οικοσύστημα, καθώς και στην αρχή προσδιορισμού τους σε υδατικά δείγματα. Στη συνέχεια, ένας μαθητής θα το διαβάσει μέσα στην τάξη, ώστε να το ακούσουν όλοι. Μετά θα γίνει συζήτηση σχετική με το περιεχόμενο του κειμένου, όπου ο καθηγητής είναι ο συντονιστής. Συγχρόνως, θα συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας 16 (ΦΕ16).

Την επόμενη ώρα οι μαθητές θα πραγματοποιήσουν τον πειραματικό προσδιορισμό απορρυπαντικών στο δείγμα που οι ίδιοι έχουν συλλέξει. Η κάθε ομάδα θα εκτελεί το πείραμα και θα συμπληρώνει το φύλλο εργασίας 17 (ΦΕ17).

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 16

Οι διδακτικοί στόχοι του φύλλου εργασίας 16 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να εξηγούν την απορρυπαντική δράση των σαπουνιών και των βιομηχανικών απορρυπαντικών.
- ✓ Να αποδεχθούν την ανάγκη για πιο εξελιγμένα απορρυπαντικά.
- ✓ Να αποδεχθούν τις αρνητικές συνέπειες των απορρυπαντικών προς το περιβάλλον.

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Ένας ρύπος πάνω σε μία επιφάνεια:

A. είναι πιθανό να προκαλέσει τη χημική αλλοίωσή της

- B. δεν μπορεί να προκαλέσει τη χημική αλλοίωσή της
- Γ. δεν μπορεί να απομακρυνθεί με τη χρήση απορρυπαντικών
- Δ. φεύγει από την επιφάνεια με το πέρασμα των χρόνων

2. Στα άλατα λιπαρών οξέων, η καρβοξυλική ομάδα είναι:

- A. ηλεκτρικά ουδέτερη
- B. φορτισμένη θετικά
- Γ. φορτισμένη αρνητικά
- Δ. ένα κατιόν

3. Τα διαλύματα των σαπουνιών:

- A. είναι αλκαλικά
- B. είναι ηλεκτρικά ουδέτερα
- Γ. είναι όξινα
- Δ. έχουν $\text{pH} < 7$

4. Η σκληρότητα του νερού:

- A. παρεμποδίζει τη δράση των σαπουνιών
- B. διευκολύνει τη δράση των σαπουνιών
- Γ. διευκολύνει τη δράση των βιομηχανικών απορρυπαντικών
- Δ. έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ευδιάλυτων αλάτων

5. Κατά τον καθαρισμό μίας επιφάνειας από έναν ρύπο:

- A. ο ρύπος σχηματίζει γαλάκτωμα με τον μη πολικό διαλύτη
- B. ο ρύπος σχηματίζει γαλάκτωμα με το νερό
- Γ. ο ρύπος σχηματίζει ευδιάλυτο σύμπλοκο με το νερό
- Δ. ο ρύπος διαλύεται στο νερό

6. Τα εμπορικά σαπούνια είναι υδρογονάνθρακες:

- A. με μακριά πολική αλυσίδα
- B. με μακριά μη πολική αλυσίδα
- Γ. που έχουν μία μη πολική καρβοξυλική ομάδα
- Δ. που έχουν μία μη πολική πρωτονιωμένη αμινική ομάδα

7. Σε όξινο ή σε ουδέτερο περιβάλλον:

- A. αυξάνεται η διάσταση του σαπουνιού
- B. το σαπούνι έχει αυξημένη δραστηριότητα
- Γ. διευκολύνεται η δράση των απορρυπαντικών
- Δ. περιορίζεται η διάσταση του σαπουνιού

8. Η πολική ομάδα του ABS είναι:

- A. η αλδεϋδομάδα
- B. η σουλφονική ομάδα

- Γ. το καρβοξύλιο
Δ. η κετονομάδα

9. Το ABS θεωρήθηκε ρύπος για το περιβάλλον, γιατί προκάλεσε:

- A. συσσώρευση στα ποτάμια και τις λίμνες της Αμερικής
B. μόνιμο αφρισμό των νερών των λιμνών και των ποταμών της Αμερικής
Γ. ευτροφισμό στα ποτάμια και τις λίμνες της Αμερικής
Δ. κορεσμό των λιμνών σε διαλυμένο οξυγόνο

10. Τα LAS είναι:

- A. βιοαποικοδομήσιμα μόρια
B. μη βιοαποικοδομήσιμα μόρια
Γ. τα σαπούνια που χρησιμοποιούνταν πριν από την ανακάλυψη του ABS
Δ. μόρια που προκαλούν βιοσυσσώρευση στις τροφικές αλυσίδες των υδάτινων οικοσυστημάτων

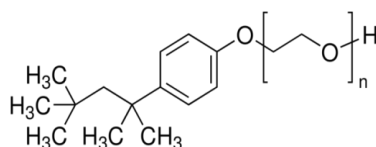
11. Το DBS:

- A. Έχει ως πολική ομάδα τη σουλφονική
B. έχει ως πολική ομάδα την καρβοξυλική
Γ. είναι λιγότερο βιοαποικοδομήσιμο από το ABS
Δ. είναι υπεύθυνο για τη βιοσυσσώρευση στις τροφικές αλυσίδες

12. Στα κατιοντικά τασιενεργά η πολική ομάδα:

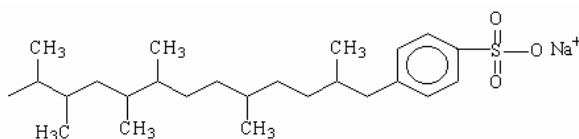
- A. είναι ηλεκτρικά ουδέτερη
B. είναι ένα κατιόν
Γ. είναι ένα ανιόν
Δ. είναι τα ιόντα Cl^-

13. Το παρακάτω μόριο είναι ένα:



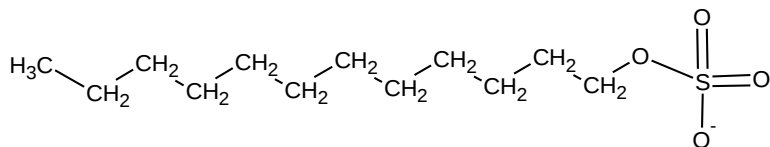
- A. κατιοντικό τασιενεργό
B. ανιοντικό τασιενεργό
Γ. μη ιοντικό τασιενεργό
Δ. ένα σαπούνι

14. Ο παρακάτω χημικός τύπος είναι του:



- A. ABS
- B. DBS
- Γ. λιπαρού οξέος
- Δ. SDS

15. Ο παρακάτω χημικός τύπος είναι του:



- A. ABS
- B. DBS
- Γ. λιπαρού οξέος
- Δ. SDS

16. Στο πείραμα, ως εκχυλιστικό χρησιμοποιείται:

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- B. CH_3COCH_3
- Γ. CHCl_3
- Δ. CH_3OH

17. Το κυανό του μεθυλενίου:

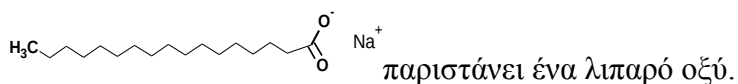
- A. διαλύεται στο νερό
- B. διαλύεται στο χλωροφόρμιο
- Γ. δίνει πράσινο χρώμα στην οργανική στιβάδα
- Δ. δίνει πράσινο χρώμα στην υδατική στιβάδα

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Πάνω στις επιφάνειες οι ρύποι έλκονται με δυνάμεις van der Waals.
2. Σ Λ Ο ρύπος πάνω σε μία επιφάνεια μπορεί να προκαλέσει χημική αλλοίωση.
3. Σ Λ Οι σάπωνες είναι λιπαρά οξέα.
4. Σ Λ Η καρβοξυλική ομάδα των λιπαρών οξέων είναι ηλεκτρικά ουδέτερη.
5. Σ Λ Σε όξινο περιβάλλον διευκολύνεται η απορροθπαντική δράση των σαπουνιών.
6. Σ Λ Τα έλαια είναι υδρόφοβος ρύπος.
7. Σ Λ Τα λίπη είναι υδρόφιλος ρύπος.
8. Σ Λ Οι υδρογονάνθρακες είναι ρύποι ευδιάλυτοι στο νερό.
9. Σ Λ Οι σάπωνες είναι άλατα λιπαρών οξέων αποκλειστικά με νάτριο.
10. Σ Λ Τα διαλύματα των σαπουνιών είναι όξινα.
11. Σ Λ Το ABS συσσωρευόταν στα υδάτινα οικοσυστήματα.
12. Σ Λ Το ABS έχει μία βιοαποικοδομήσιμη διακλαδισμένη αλυσίδα.

13. Σ Λ Η δράση των σαπουνιών παρεμποδίζεται σε πολύ σκληρό νερό.
14. Σ Λ Τα ιόντα Mg^{2+} στο νερό διευκολύνουν την απορρυπαντική δράση των σαπουνιών.
15. Σ Λ Τα LAS είναι λιγότερο βιοαποικοδομήσιμα από το ABS.
16. Σ Λ Τα LAS είναι παράγωγα του βενζολίου.
17. Σ Λ Το DBS έχει ως πολική ομάδα την καρβοξυλική.
18. Σ Λ Ο χημικός τύπος



III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Παράδοσιακά, τα πρώτα υλικά καθαρισμού ήταν οι
 2. Η κυριότερη παρεμπόδιση της δράσης των σαπουνιών είναι η επίδραση κατιόντων που σχηματίζουν άλατα, τα οποία αποτίθενται πάνω στις επιφάνειες που θα καθαριστούν.
 3. Η διαφορά μεταξύ του λιπαρός οξέος και του άλατος λιπαρός οξέος είναι ότι στο πρώτο η καρβοξυλική ομάδα είναι, ενώ στο άλας του είναι Αρνητικά.
 4. Η απορρυπαντική δράση των σαπουνιών οφείλεται στην ανθρακική αλυσίδα, η οποία λόγω της χαμηλής πολικότητας είναι, και από το καρβοξυλικό ανιόν, που λόγω της υψηλής πολικότητάς του είναι
 5. Η υδρόλυση του τριπολυφωσφορικού νατρίου περιγράφεται από τη χημική αντίδραση:

$$\text{P}_3\text{H}_{10}^{5-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{.....} + \text{H}_2\text{PO}_4^-$$
 6. Το DBS είναι βιοαποικοδομήσιμο από το ABS, λόγω της ανθρακικής αλυσίδας.
 7. Στο εργαστήριο, όταν στο υδατικό δείγμα βάζουμε χλωροφόρμιο, εμφανίζονται δύο φάσεις. Η πάνω είναι η και η κάτω είναι η
 8. Κατά τη φασματομετρία, η απορρόφηση γίνεται σε $\lambda = \text{.....nm}$.
 9. Να συμπληρωθεί η παρακάτω χημική αντίδραση με τους κατάλληλους χημικούς τύπους:

$$2\text{.....} + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{.....}$$
- Σάπωνας**
άλας ασβεστίου

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Να περιγράψετε ένα μικκύλιο. Ποια είναι η συμπεριφορά του μέσα στο νερό; Να ζωγραφίσετε ένα μικκύλιο.

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

ΣΧΕΔΙΟ:

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Να αναφέρετε δύο δυνάμεις οι οποίες συγκρατούν τους ρύπους προσροφημένους σε μία επιφάνεια.

1^η 2^η

2. Τι γνωρίζεται για το pH των διαλυμάτων των κοινών σαπουνιών;

.....

3. Γιατί το ABS θεωρήθηκε ρύπος; Να γράψετε δύο συνέπειες από την απόθεσή του στα υδάτινα οικοσυστήματα.

.....

1^η

2^η

4. Ποιο είναι το πλεονέκτημα της χρήσης του DBS σε σχέση με το ABS;

.....

5. Για ποιο λόγο τα σαπούνια λέγονται αμφίφιλα μόρια;

.....

6. Να γράψετε ονομαστικά δύο συνέπειες της απόθεσης μεγάλων ποσοτήτων απορρυπαντικών στα υδάτινα οικοσυστήματα.

1^η

2^η

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 17

Οι διδακτικοί στόχοι του ΦΕ 17, είναι οι μαθητές να είναι ικανοί:

- ✓ Να συνεργάζονται για την πραγματοποίηση του πειράματος.
- ✓ Να προσδιορίζουν τη συγκέντρωση των απορρυπαντικών στο υδατικό δείγμα.
- ✓ Να χειρίζονται σωστά και με προσοχή τα τοξικά αντιδραστήρια.

«ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ»

A.ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

ΟΡΓΑΝΑ

- ✓ Διαχωριστική χοάνη των 250 ml
- ✓ Ογκομετρική φιάλη των 50 ml
- ✓ Φωτόμετρο για μετρήσεις στα 650 nm, με κυψελίδες πάχους 1 έως 5 cm.
- ✓ Ποτήρι ζέσεως

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- ✓ Διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης: Διαλύεται 1g φαινολοφθαλεΐνης σε 50ml αιθανόλης και προστίθενται 50 mL απιονισμένου νερού υπό συνεχή ανάδευση. Τυχόν ίζημα απομακρύνεται με διήθηση.
- ✓ Διάλυμα NaOH 0,1N
- ✓ Διάλυμα χλωροφορμίου (CHCl_3)
- ✓ Ουδέτερο διάλυμα κυανού του μεθυλενίου: διαλύονται 0,35g κυανού του μεθυλενίου σε απιονισμένο νερό και αραιώνονται έως τα 1000ml.

B.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Καταρχήν περνώ με αραιό υδροχλώριο όλα τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιήσω και στη συνέχεια τα ξεπλένω με απιονισμένο νερό. [62]Η πειραματική πορεία είναι η εξής:

- 1) Στη διαχωριστική χοάνη τοποθετώ 150 mL υδατικού δείγματος, όπου προσθέτω μερικές σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης, λίγες σταγόνες NaOH 1N, μέχρι να γίνει ροζ το διάλυμα.
- 2) Προσθέτω ποσότητα διαλύματος H_2SO_4 1N, μέχρι τον αποχρωματισμό του διαλύματος. Έτσι, παρασκευάζεται ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}=10$.
- 3) Προσθέτω 10 mL CHCl_3 και 25 mL κυανόν του μεθυλενίου.
- 4) Πραγματοποιώ εκχύλιση.
- 5) Παραλαμβάνω την οργανική στιβάδα σε ένα ποτήρι ζέσεως.

- 6) Στην υδατική στιβάδα προσθέτω 10 mL CHCl_3 , επαναλαμβάνω την εκχύλιση και παραλαμβάνω την οργανική στιβάδα στο ίδιο ποτήρι.
- 7) Τα 20 mL CHCl_3 που έχουν συλλεχθεί τοποθετούνται στη διαχωριστική χοάνη και ακολουθεί εκχύλιση με 50 mL διαλύματος έκπλυσης.
- 8) Παραλαμβάνω την οργανική στιβάδα σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL και αραιώνω μέχρι τη χαραγή με CHCl_3 .
- 9) Μετρώ την απορρόφηση στο φωτόμετρο, σε μήκος κύματος 652nm. Η απορρόφηση είναι:

$$A = \dots\dots\dots$$

- 10) Μετρώ την απορρόφηση για τα πρότυπα διαλύματα και συμπληρώνω τον πίνακα:

υγκέντρωση προτύπων διαλυμάτων (mg/L)	Απορρόφηση
0	$A_1 = \dots\dots\dots$
1	$A_2 = \dots\dots\dots$
2	$A_3 = \dots\dots\dots$

- 11) Φτιάχνω καμπύλη αναφοράς, από την οποία υπολογίζω τη συγκέντρωση της ανιοντικής επιφανειοδραστικής ουσίας (MBAS) του αγνώστου δείγματος:

$$C = \dots\dots\dots \text{ mg/L}$$

14" Συνάντηση

Την πρώτη ώρα οι μαθητές θα μελετήσουν το κείμενο 7 (Κ7), που αφορά τη θεωρία και τη αρχή μεθόδου για τον πειραματικό προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα σε δείγμα επιφανειακού ιζήματος ενός υδάτινου οικοσυστήματος. Ο κάθε ένας μαθητής θα υπογραμμίσει τις λέξεις κλειδιά κατά τη γνώμη του και έπειτα θα ακολουθήσει συζήτηση μέσα στην τάξη σχετική με τα παραπάνω θέματα. Επίσης, θα συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας 18 (ΦΕ18).

Την επόμενη ώρα οι μαθητές θα επισκεφτούν το σχολικό εργαστήριο, όπου θα πραγματοποιήσουν τον πειραματικό προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα στο ίζημα που οι ίδιοι έχουν συλλέξει. Κάθε ομάδα θα πραγματοποιήσει το πείραμα και παράλληλα θα συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας 19 (ΦΕ19).

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 18

Οι διδακτικοί στόχοι του φύλλου εργασίας 18 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να εξηγούν την έννοια του οργανικού άνθρακα.

- ✓ Να αποδεχθούν ότι ο οργανικός άνθρακας στα ιζήματα ενός υδατικού συστήματος συνδέεται με τη ρύπανση.
- ✓ Να είναι ικανοί να εξηγούν την έννοια της οξείδωσης των οργανικών ενώσεων.
- ✓ Να πληροφορηθούν για την αρχή μεθόδου προσδιορισμού του οργανικού άνθρακα στα ιζήματα.

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Ο ολικός οργανικός άνθρακας στα ιζήματα συμβολίζεται με:
Α. DOC
Β. POC
Γ. TOC
Δ. DO
2. Στις οργανικές ενώσεις δεν ανήκουν:
Α. οι πρωτεΐνες
Β. τα φωσφολιπίδια
Γ. τα λίπη
Δ. τα αμμωνιακά άλατα
3. Ο οργανικός άνθρακας σε ένα υδάτινο οικοσύστημα:
Α. είναι το μέτρο του συνολικού φορτίου σε οργανικές ενώσεις
Β. είναι το μέτρο του συνολικού φορτίου σε ανόργανες ενώσεις
Γ. έχει αποκλειστικά φυσική προέλευση
Δ. έχει αποκλειστικά ανθρωπογενή προέλευση
4. Ο ανόργανος άνθρακας των ιζημάτων περιλαμβάνει:
Α. τον ολικό οργανικό άνθρακα
Β. το σύνολο των οργανικών ενώσεων
Γ. το σύνολο των ανθρακικών και των όξινων ανθρακικών αλάτων
Δ. τις διαλυτές ενώσεις του οργανικού άνθρακα
5. Ο διαλυτός οργανικός άνθρακας:
Α. δεν μπορεί να προσδιοριστεί στο εργαστήριο
Β. προσδιορίζεται ποσοτικά με την οξειδωτική μέθοδο
Γ. προσδιορίζεται ποσοτικά με τη φασματοφωτομετρική μέθοδο, αφού πρώτα οξειδωθεί
Δ. το Β και Γ είναι σωστά
6. Ο ανόργανος άνθρακας ενός ιζήματος:
Α. προσδιορίζεται ποσοτικά με την οξειδωτική μέθοδο

- Β. προσδιορίζεται ποσοτικά με τη φασματοφωτομετρική μέθοδο στην υπεριώδη περιοχή
- Γ. προσδιορίζεται ποσοτικά με τη φασματοφωτομετρική μέθοδο στην υπέρυθρη περιοχή
- Δ. δεν μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά

7. Η δειγματοληψία ιζημάτων πραγματοποιείται:

- Α. με μεταλλικές δαγκάνες
- Β. με πλαστικές δαγκάνες
- Γ. με γυάλινο δοχείο
- Δ. με φιάλη Nansen

8. Το ίζημα στο οποίο πρόκειται να μετρηθεί ο οργανικός άνθρακας πρέπει να διατηρηθεί:

- Α. σε θερμοκρασία δωματίου
- Β. στην κατάψυξη
- Γ. στο ψυγείο
- Δ. σε θερμοκρασία μεγαλύτερη της θερμοκρασίας δωματίου

9. Η ποσότητα οργανικής ύλης που φτάνει σε ένα υδάτινο οικοσύστημα:

- Α. συσσωρεύεται στον πυθμένα
- Β. είναι πιο υψηλή στα επιφανειακά ιζήματα σε σχέση με τα βαθύτερα
- Γ. είναι πιο χαμηλή στα επιφανειακά ιζήματα σε σχέση με τα βαθύτερα
- Δ. οξειδώνεται από τη στιγμή που φτάνει στην επιφάνεια της υδάτινης στήλης μέχρι να καταλήξει στον πυθμένα.

10. Στο πείραμα, ως οξειδωτικό, χρησιμοποιήσαμε το:

- Α. $K_2Cr_2O_7$
- Β. $KMnO_4$
- Γ. $KClO_3$
- Δ. $KClO_4$

11. Στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης το χρώμα του διαλύματος έγινε:

- Α. πράσινο
- Β. μπλε
- Γ. καστανέρυθρο
- Δ. κίτρινο

12. Ως δείκτη, στο πείραμά μας χρησιμοποιήσαμε:

- Α. φερροΐνη
- Β. φαινολοφθαλεΐνη
- Γ. μπλε της βρωμοθυμόλης
- Δ. ηλιανθίνη

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Ο οργανικός άνθρακας στα ιζήματα των υδατικών οικοσυστημάτων έχει αποκλειστικά φυσική προέλευση.
2. Σ Λ Ο διαλυτός οργανικός άνθρακας μπορεί να προσδιοριστεί εργαστηριακά.
3. Σ Λ Ο οργανικός άνθρακας δεσμεύεται από τα μέταλλα.
4. Σ Λ Ο σωματιδιακός οργανικός άνθρακας μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά.
5. Σ Λ Η φασματοφωτομετρική μέθοδος για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα γίνεται στην υπεριώδη περιοχή.
6. Σ Λ Στο σχολικό εργαστήριο εφαρμόστηκε η οξειδωτική μέθοδος για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα στο ίζημα.
7. Σ Λ Στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης το διάλυμα απέκτησε κίτρινο χρώμα.
8. Σ Λ Ένα ίζημα που μολύνεται κατά τη δειγματοληψία, μπορεί να δώσει θετικό σφάλμα στον πειραματικό προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα.
9. Σ Λ Η συγκέντρωση οργανικού άνθρακα σε ιζήματα εκβολών ποταμών είναι χαμηλή.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Ο οργανικός άνθρακας σε ένα υδάτινο οικοσύστημα είναι το σύνολο των ενώσεων, οι οποίες έχουν ή προέλευση.
2. Στο εργαστήριο του σχολείου εφαρμόσαμε την μέθοδο, για να προσδιορίσουμε ποσοτικά τον οργανικό άνθρακα του ιζήματός μας, χρησιμοποιώντας ως οξειδωτικό μέσο το κάλιο, του οποίου ο χημικός τύπος είναι:
3. Η φερροΐνη είναι ένας οξειδοαναγωγικός δείκτης, που στην οξειδωμένη μορφή του έχει χρώμα, ενώ στην ανηγμένη μορφή του έχει χρώμα

IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1) Να αντιστοιχίσετε κάθε μία ουσία της στήλης I με το ρόλο της από τη στήλη II κατά τον πειραματικό προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα στο προς ανάλυση ίζημα.

ΣΤΗΛΗ I	ΣΤΗΛΗ II
1. $K_2Cr_2O_7$	A. Διάλυμα τιτλοδότησης
2. H_2SO_4	B. Οξειδωτικό μέσον
3. Fe^{2+}	Γ. Δείκτης

4. H_3PO_4	Δ. Αλκαλικό περιβάλλον
5. Φερροΐνη	Ε. Διώχνει τις οργανικές ουσίες
	Ζ. Όξινο περιβάλλον
	Η. Διώχνει τις ανόργανες ενώσεις

Β. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας θαλάσσιος πυθμένας. Όταν ρίξουμε ένα έμβολο για δειγματοληψία ιζήματος, πού πιστεύετε ότι θα είναι μεγαλύτερη η συγκέντρωση οργανικού άνθρακα, στο πάνω ή στο κάτω μέρος του και γιατί;



.....

2. Διαθέτουμε 4 ιζήματα.

1^ο -από 1000m βάθος στον ωκεανό

2^ο -από 30 m στη περιοχή της Ελευσίνας

3^ο -από τις εκβολές του Αχελώου

4^ο -από τη λίμνη Λαγκαδά

Πού περιμένουμε να μετρήσουμε τον περισσότερο και πού τον λιγότερο οργανικό άνθρακα; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Ποιο ήταν το χρώμα του διαλύματος στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης;

.....

2. Να γράψετε τη χημική αντίδραση που περιγράφει την οξείδωση των οργανικών ενώσεων του άνθρακα σε όξινο περιβάλλον.

.....

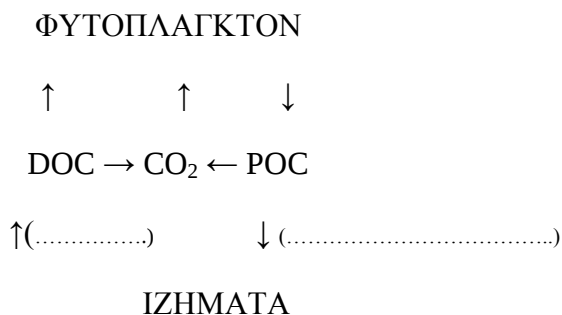
3. Να γράψετε το χημικό τύπο της φερροΐνης στην οξειδωμένη και στην ανηγμένη μορφή της.

.....

4. Ποιος είναι ο ρόλος του φωσφορικού οξέος στο πείραμα;

.....

5. Το παρακάτω σχήμα περιγράφει τον κύκλο του άνθρακα στο θαλάσσιο περιβάλλον. Τα συμπληρώσετε στα κενά τις διαδικασίες που λείπουν.



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 19

Οι διδακτικοί στόχοι του φύλλου εργασίας 19 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να συνεργαστούν για την εκτέλεση του πειράματος.
- ✓ Να χειρίζονται σωστά και με προσοχή τα όργανα και τα αντιδραστήρια του εργαστηρίου.
- ✓ Να είναι ικανοί να ακολουθούν με ακρίβεια τις οδηγίες βήμα προς βήμα για τον πειραματικό προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα στο προς ανάλυση ίζημα.

«ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΙΖΗΜΑ»

Α. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

ΟΡΓΑΝΑ:

- ✓ 2 κωνικές φιάλες των 250 mL
- ✓ Πλαστικό δοχείο για τη συλλογή του ιζήματος
- ✓ Προχοΐδα των 25 mL
- ✓ 1 ογκομετρικός κύλινδρος των 10 mL

- ✓ Πλαστικό τριβλείο για να τοποθετηθεί το ιζήμα
- ✓ Φτυάρι πλαστικό για τη δειγματοληψία

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ:

- ✓ 5 g. ξηραμένου επιφανειακού θαλάσσιου ιζήματος
- ✓ Διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ κανονικότητας 1,00 N: διαλύουμε 49,4 g στερεού διχρωμικού καλίου σε νερό σε 1L
- ✓ 50 mL πυκνού H_2SO_4
- ✓ 30 mL πυκνό H_3PO_4
- ✓ Απιονισμένο νερό
- ✓ 0,4 g NaF
- ✓ Δείκτης φερροΐνη: Διαλύονται 1,458 g φαινανθρολίνης και 0,695g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ σε 100 ml αποσταγμένο νερό.
- ✓ Διάλυμα δισθενούς σιδήρου: διαλύονται 196,1 g $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ σε αποσταγμένο νερό και 20 mL πυκνού H_2SO_4 με τελική αραιώση στο 1 L.

Β. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

Καταρχήν σαπουνίζω όλα τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιήσω και στη συνέχεια τα ξεπλένω με απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια, ακολουθεί η πειραματική πορεία, η οποία περιλαμβάνει τα επόμενα 10 στάδια [63]:

- 1) Ζυγίζω με ακρίβεια 0,2-0,5g ξηραμένου ιζήματος και τα τοποθετώ σε κωνική φιάλη των 250 mL.

Βάρος ιζήματος: $w = \dots\dots\dots g$

- 2) Προσθέτω με ογκομετρικό κύλινδρο $V = 10 \text{ mL}$ διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ κανονικότητας 1,00 N και τα ανακινώ καλά για πλήρη επαφή του ιζήματος με το αντιδραστήριο.
- 3) Προσθέτω 20 mL πυκνού H_2SO_4 και συνεχίζω για λίγο την ανακίνηση. Η φιάλη αφήνεται για 15 min, ώστε να συμπληρωθεί η αντίδραση.
- 4) Ξεκινώ να κάνω το πείραμα με το τυφλό δείγμα. Δηλαδή επαναλαμβάνω τα προηγούμενα τρία βήματα χωρίς να έχωβάλει καθόλου ιζήμα.
- 5) Αφού συμπληρωθεί η αντίδραση, στο άγνωστο δείγμα προσθέτω 70 mL αποσταγμένου νερού, και στη συνέχεια 10 mL H_3PO_4 , 0,2 g NaF, 15 σταγόνες φερροΐνης. Την ίδια διαδικασία ακριβώς κάνω και στο τυφλό δείγμα.
- 6) Το άγνωστο δείγμα ογκομετρείται με διάλυμα δισθενούς σιδήρου, μέχρι το χρώμα του από πράσινο-καφέ να γίνει κόκκινο σκούρο. Το ίδιο ακριβώς κάνω και για το τυφλό δείγμα.

Όγκος Fe (II) για το δείγμα: $T = \dots\dots\dots mL$
Όγκος Fe (II) για το τυφλό δείγμα: $T_s = \dots\dots\dots mL$

7) Η περιεκτικότητα του ιζήματος σε οργανικό άνθρακα είναι:

$$\% \text{ οργανικού άνθρακα} = V [1 - (T/T_s)] 0,003 N (100/w) = \dots\dots\dots$$

15'' Συνάντηση

Την πρώτη ώρα οι μαθητές θα μελετήσουν το κείμενο 8 (Κ8), που περιέχει πληροφορίες για το pH των υδάτινων οικοσυστημάτων. Ο κάθε ένας μαθητής θα υπογραμμίσει τις λέξεις κλειδιά σύμφωνα με τη γνώμη του και έπειτα θα ακολουθήσει συζήτηση μέσα στην τάξη.

Την δεύτερη ώρα οι μαθητές θα επισκεφτούν το σχολικό εργαστήριο, όπου η κάθε μία ομάδα θα μετρήσει το pH στο υδατικό δείγμα της. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί συζήτηση μέσα στην τάξη, κατά τη διάρκεια της οποίας θα συμπληρώνεται το φύλλο εργασίας 20 (ΦΕ20), υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 20

Οι διδακτικοί στόχοι του φύλλου εργασίας 20 είναι οι μαθητές:

- ✓ Να είναι ικανοί να περιγράφουν το εκφράζει το pH.
- ✓ Να αποδεχθούν ότι η επιβίωση και η ανάπτυξη των υδρόβιων οργανισμών εξαρτώνται σημαντικά από το pH του υδατινού περιβάλλοντος.
- ✓ Να αποδεχθούν ότι τα περιβαλλοντικά προβλήματα μεταβάλλουν το pH των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- ✓ Να χειρίζονται το ηλεκτρονικό πεχάμετρο.

A. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να σημειώσετε τη σωστή απάντηση ή φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

1. Το pH εκφράζει:

- A. την αλατότητα ενός διαλύματος
- B. τη συγκέντρωση των ιόντων NO_3^- σε ένα υδατικό οικοσύστημα
- Γ. τη συγκέντρωση του D.O. σε ένα υδατικό οικοσύστημα
- Δ. τη συγκέντρωση των ιόντων H^+ σε ένα διάλυμα

2. Τα σκληρά νερά είναι:

- α. ουδέτερα
- β. ελαφρώς όξινα
- γ. αλκαλικά

δ. πολύ όξινα

3. Στα βαρέα μέταλλα ανήκει το:

α. Ca

β. Cd

γ. Mn

δ. Mg

4. Στα υδάτινα οικοσυστήματα:

A. το pH είναι πάντα σταθερό

B. οι αλλαγές του pH σχετίζονται με τη φωτοσύνθεση

Γ. το pH είναι ανεπηρέαστο από την οξείδωση της οργανικής ύλης

Δ. το pH είναι μικρότερο του 7

5. Το νερό των ωκεανών είναι:

A. ελαφρά αλκαλικό

B. πολύ αλκαλικό

Γ. πολύ όξινο

Δ. ελαφρά όξινο

6. Στο νερό των λιμνών:

A. η συγκέντρωση του CO₂ πρέπει να είναι πολύ υψηλή

B. το pH είναι ανεξάρτητο από τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου

Γ. το pH είναι ανεξάρτητο από τη θερμοκρασία

Δ. το pH εξαρτάται από την κυκλοφορία του νερού

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

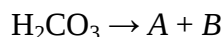
Σε κάθε μία πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λάθος.

1. Σ Λ Το pH είναι σημαντικός παράγοντας των φυσικών νερών και των λυμάτων.
2. Σ Λ Τα σκληρά νερά είναι όξινα.
3. Σ Λ Τα ασβεστολιθικά ορυκτά είναι αλκαλικά.
4. Σ Λ Η όξινη βροχή προκαλεί αύξηση του pH των λιμνοθαλασσών.
5. Σ Λ Το pH επηρεάζει τις ιδιότητες των μετάλλων στα υδάτινα οικοσυστήματα.
6. Σ Λ Η τιμή pH=3 δείχνει μη ρυπασμένο επιφανειακό νερό.
7. Σ Λ Η τιμή pH=2 σε ένα σημείο της θάλασσας, σημαίνει ότι εκεί υπάρχει ρύπανση.
8. Σ Λ Τα ψάρια μπορούν να επιβιώσουν σε θαλασσινό νερό όπου pH=2,5.

III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

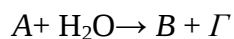
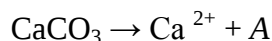
Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

1. Η διάσταση του ανθρακικού οξέος σε όξινο περιβάλλον περιγράφεται από την παρακάτω χημική αντίδραση. Να συμπληρώσετε τους χημικούς τύπους των ιόντων Α και Β που λείπουν:



A B

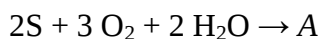
2. Οι παρακάτω διαδοχικές χημικές αντιδράσεις περιγράφουν τη διάσπαση των ασβεστολιθικών ορυκτών. Να συμπληρώσετε τους χημικούς τύπους των ιόντων Α,Β,Γ:



A..... B..... Γ.....

3. Η όξινη βροχή περιέχει και οξύ.

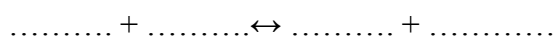
4. Υπό αερόβιες συνθήκες, πραγματοποιούνται διαδοχικά οι παρακάτω χημικές αντιδράσεις. Να συμπληρωθούν οι μοριακοί τύποι των ενώσεων Α,Β.



A..... B

5. Στο υδατικό δείγμα το pH του υδάτινου δείγματος είχε τιμή:

6. Να γράψετε τη χημική αντίδραση που περιγράφει την αντίδραση του ανθρακικού ασβεστίου με το νερό:



IV. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

Να αντιστοιχίσετε κάθε είδος νερού της στήλης Α με το αντίστοιχο pH από τη στήλη Β.

ΣΤΗΛΗ Α	ΣΤΗΛΗ Β
1.Όξινη βροχή	Α. 8
2.Θαλασσινό νερό	Β. 2
3.Αστικά λύματα	Γ. 1
4.Υπόγειο νερό	Δ. 12
	Ε. 7

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Οι απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν πρέπει να ξεπερνούν τον δοθέντα χώρο.

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1. Είναι γνωστό ότι το νικέλιο (Ni) ανήκει στα βαρέα μέταλλα. Να γράψετε τη χημική αντίδραση της υδρόλυσής του σε ένα υδάτινο οικοσύστημα.

.....

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η παρακάτω φωτογραφία απεικονίζει τη λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου. Από τις μετρήσεις του pH, διαπιστώσαμε ότι είναι σε κάποια περιοχή της είναι υπεράλμυρη και μη ρυπασμένη. Να εξηγήσετε εάν το περιβάλλον αναμένουμε να είναι όξινο, αλκαλικό ή ουδέτερο και ποια πιστεύετε ότι είναι η διακύμανση των τιμών του pH.



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

16^η Συνάντηση

Η κάθε μία ομάδα καλείται να φτιάξει μία αφίσα, σχετική με ένα από τα 8 πειράματα που πραγματοποιήθηκαν. Η αφίσα πρέπει να περιλαμβάνει τον τίτλο κάθε πειράματος, τη μέθοδο προσδιορισμού, σε όσα είναι απαραίτητο τις χημικές αντιδράσεις που έλαβαν χώρα, το αποτέλεσμα του πειράματος και ένα συμπέρασμα. Δίνεται ένα πρότυπο αφίσας ως βοήθεια στους μαθητές.

ΤΙΤΛΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ
ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

17^η Συνάντηση

Στο σχολείο πραγματοποιείται μία έκθεση, όπου οι ομάδες θα παρουσιάσουν τις αφίσες τους και όλοι οι μαθητές θα μπορέσουν να τις δουν.

18^η Συνάντηση

Αυτή η συνάντηση, που είναι και η τελευταία, έχει ως στόχο την αξιολόγηση του σχεδίου εργασίας. Όλοι οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν το τελικό φύλλο αξιολόγησης, που έχει δύο μέρη. Το πρώτο μέρος (μέρος Α) είναι το γνωστικό και αφορά όλη την ύλη που διδάχθηκε, κατά τη διαδικασία του σχεδίου εργασίας. Το δεύτερο μέρος (μέρος Β) έχει σχέση με το πώς αισθάνθηκαν οι μαθητές αφού ολοκληρώθηκε το σχέδιο εργασίας. Ο κάθε ένας μαθητής το συμπληρώνει μόνος του και στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός θα το διορθώσει.

ΤΕΛΙΚΟ ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΜΕΡΟΣ Α

Α. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Ι. ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Να συμπληρώσετε την κάθε μία πρόταση με την κατάλληλη λέξη ή φράση που λείπει.

1. Οι λιμνοθάλασσες συνιστούν υδάτινα οικοσυστήματα:
 - Α. μικρής βιοποικιλότητας
 - Β. πλούσιας χλωρίδας και πανίδας
 - Γ. υπεράλμυρου νερού
 - Δ. υφάλμυρου νερού

2. Το πιο βασικό χημικό στοιχείο των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι:

- A. το οξυγόνο
- B. το ασβέστιο
- Γ. ο σίδηρος
- Δ. ο ψευδάργυρος

3. Στα θρεπτικά συστατικά του νερού μίας λιμνοθάλασσας ανήκουν τα ιόντα:

- A. Ca^{2+}
- B. Zn^{2+}
- Γ. NO_3^-
- Δ. Hg^{2+}

4. Η συγκέντρωση του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου στο νερό:

- A. είναι η ίδια με εκείνη του διαλυμένου οξυγόνου
- B. προσδιορίστηκε εργαστηριακά με τη χρήση ενός ισχυρού οξειδωτικού
- Γ. προσδιορίστηκε εργαστηριακά με τη χρήση ενός ισχυρού αναγωγικού
- Δ. προσδιορίστηκε εργαστηριακά με μία ογκομέτρηση καθίζησης

5. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση των λιμνοθαλασσών:

- A. οφείλεται κυρίως σε φυσικές διεργασίες
- B. μπορεί να αντιμετωπιστεί με την κατάλληλη διαχείριση
- Γ. έχει αντιμετωπιστεί πλήρως
- Δ. οφείλεται κυρίως σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες

6. Ο μόλυβδος (Pb) ανήκει στα:

- A. θρεπτικά συστατικά των υδρόβιων πλαγκτονικών οργανισμών
- B. μικροθρεπτικά στοιχεία των υδάτινων οικοσυστημάτων
- Γ. βαρέα μέταλλα που συνιστούν ρύπους των υδάτινων οικοσυστημάτων
- Δ. θρεπτικά συστατικά των υδάτινων οικοσυστημάτων

7. Στους μοριακούς τύπους των χλωροφυλλών, στο κέντρο του δακτυλίου, υπάρχει ένα άτομο:

- A. Zn
- B. Fe
- Γ. Mn
- Δ. Mg

8. Κατά τη μέτρηση της συγκέντρωσης του οργανικού άνθρακα στο ίζημα, ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε:

- A. το άμυλο
- B. η φαινολοφθαλεΐνη
- Γ. η φεροΐνη

Δ. το κυανό του μεθυλενίου

9. Στο πείραμα με τα απορρυπαντικά, η παραλαβή της οργανικής στιβάδας έγινε με προσθήκη:

A. H_2O

B. CH_3CH_2OH

Γ. $CH_3CH_2CH_2OH$

Δ. $CHCl_3$

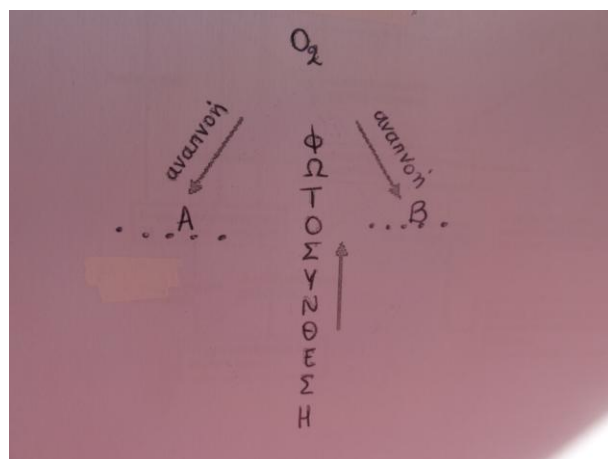
II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ

Δίπλα σε κάθε πρόταση να κυκλώσετε το γράμμα Σ, αν πιστεύετε ότι είναι σωστή, ή το γράμμα Λ, αν πιστεύετε ότι είναι λανθασμένη.

1. Σ Λ Τα θρεπτικά συστατικά των λιμνοθαλασσών είναι απαραίτητα για τους οργανισμούς, ανεξαρτήτως συγκέντρωσης.
2. Σ Λ Το νερό όλων των λιμνοθαλασσών είναι υπεράλμυρο.
3. Σ Λ Η μοναδική αξία των λιμνοθαλασσών είναι η αλιευτική.
4. Σ Λ Ο προσδιορισμός της αλατότητας στο υδατικό δείγμα έγινε με ογκομέτρηση καθίζησης.
5. Σ Λ Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα, ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε το κυανό του μεθυλενίου.
6. Σ Λ Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό της συγκέντρωσης του οργανικού άνθρακα στο ίζημα, στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης το διάλυμα είχε πράσινο χρώμα.
7. Σ Λ Από όλα τα είδη χλωροφύλλης, αυτή που συναντάμε πιο συχνά στη φύση, είναι η χλωροφύλλη-α.
8. Σ Λ Η μοναδική ανθρωπογενής δραστηριότητα στις λιμνοθάλασσες είναι η αποξήρανση.
9. Σ Λ Οι λιμνοθάλασσες δεν σχηματίζονται σε νησιά.
10. Σ Λ Ο υδράργυρος συνιστά θρεπτικό συστατικό των υδρόβιων οργανισμών.
11. Σ Λ Η αναγωγή των νιτρικών ιόντων σε νιτρικά έγινε μέσω μίας στήλης χαλκού.
12. Σ Λ Ο οργανικός άνθρακας έχει υψηλότερη συγκέντρωση στα επιφανειακά ιζήματα σε σχέση με τα βαθύτερα.

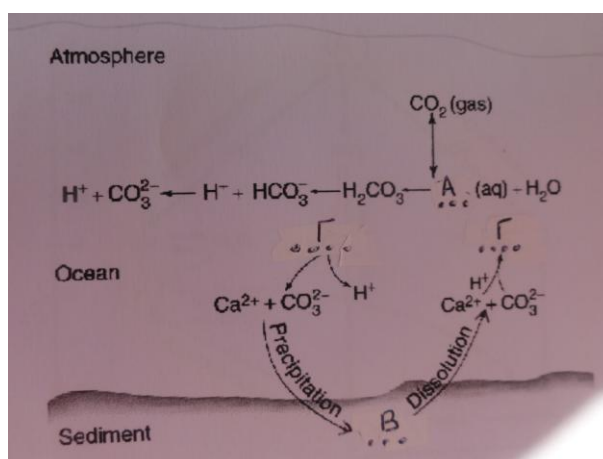
III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΕΝΟΥ

1. Δίνεται το σχήμα 1. Να συμπληρώσετε τους μοριακούς τύπους των ουσιών Α και Β που λείπουν.



A:..... B:.....

2. Δίνεται στο σχήμα 2, στο οποίο απεικονίζεται η αλληλεπίδραση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας με το νερό και τα ιζήματα. Να συμπληρώσετε τους μοριακούς τύπους των ουσιών Α, Β, Γ που λείπουν.



A:..... B:..... Γ:.....

3. Δίνεται το σχήμα 3, όπου απεικονίζεται ο κύκλος του άνθρακα στο νερό και στα ιζήματα. Σε αυτό α και β είναι δύο διαδικασίες. Να πείτε ποιες είναι αυτές. Επίσης, 1 και 2 είναι δύο φυσικές καταστάσεις του διοξειδίου του άνθρακα. Να πείτε ποιες είναι αυτές.



αξία:

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Δίνεται η παρακάτω εικόνα. Να γράψετε το περιβαλλοντικό πρόβλημα που απεικονίζει και στη συνέχεια να εξηγήσετε τις αιτίες και τις συνέπειές του σε υδάτινο οικοσύστημα.



Περιβαλλοντικό πρόβλημα:.....

Αιτίες:.....
.....

Συνέπειες:.....
.....

ΜΕΡΟΣ Β

I. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

Στις ερωτήσεις που ακολουθούν, να κυκλώσετε την απάντηση που θεωρείτε ότι σας εκφράζει.

1) Το σχέδιο εργασίας σας βοήθησε να κατανοήσετε σε βάθος κάποιες έννοιες της χημείας;

ΝΑΙ ΟΧΙ

2) Με το σχέδιο εργασίας καταφέρατε να ξεπεράσετε κάποιες παρανοήσεις γύρω από χημικές έννοιες;

NAI OXI

3) Το σχέδιο εργασίας σας βοήθησε να συνειδητοποιήσετε τη μεγάλη φυσική αξία των λιμνοθαλασσών;

NAI OXI

4) Η εκπαιδευτική διαδικασία σας βοήθησε να συνειδητοποιήσετε την ανάγκη προστασίας και διαχείρισης των λιμνοθαλασσών ;

NAI OXI

5) Μέσα από το σχέδιο εργασίας κατανοήσατε την έννοια της λιμνοθάλασσας;

NAI OXI

6) Προτιμάτε αυτόν τον τρόπο διδασκαλίας σε σχέση με τον παραδοσιακό;

NAI OXI

7) Υπήρξαν στιγμές που αισθανθήκατε βαρετή τη διαδικασία;

NAI OXI

8) Θα θέλατε όλα τα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος να διδάσκονται με αυτό τον τρόπο;

NAI OXI ΔΕΝ ΞΕΡΩ

9) Η συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας σας:

α. ήταν καλή β. είχε δυσκολίες γ. ήταν αδύνατη

10) Η εργασία σε ομάδες πιστεύετε ότι βοήθησε στην κατανόηση της χημείας των λιμνοθαλασσών;

NAI OXI

11) Κατά την εργασία σε ομάδες, υπήρχαν άτομα που δεν συμμετείχαν καθόλου;

NAI OXI

12) Το πείραμα στο πεδίο σας κέντρισε περισσότερο το ενδιαφέρον, σε σχέση με τα υπόλοιπα που πραγματοποιήθηκαν στο σχολικό εργαστήριο;

NAI OXI

13) Προτιμάτε να δουλεύετε:

α. ατομικά β. σε ομάδα

14) Πιστεύετε ότι τελικά η μελέτη της χημείας των λιμνοθαλασσών μπορεί να οδηγήσει σε αφομοίωση εννοιών της επιστήμης της χημείας γενικότερα;

ΝΑΙ ΟΧΙ

15) Ποια φράση θα επιλέξετε, για να περιγράψετε την εκπαιδευτική εκδρομή;

α. κουραστική, αλλά είχε αρκετό εκπαιδευτικό ενδιαφέρον

β. βαρετή, γιατί ήμασταν πολλές ώρες στη λιμνοθάλασσα

γ. πολύ κουραστική, γιατί έπρεπε να συλλεχθούν πολλά δείγματα

δ. ήταν μία πολύ όμορφη εμπειρία με εκπαιδευτικό περιεχόμενο

ε. (γράψτε κάτι δικό σας)

16) Θα θέλατε να οργανώσετε εσείς ένα σχέδιο εργασίας για ένα θέμα που σας ενδιαφέρει;

ΝΑΙ ΟΧΙ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

II. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ

A. ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1) Να χαρακτηρίσετε με μία λέξη την εκπαιδευτική διαδικασία.

.....

2) Να απαντήσετε μονολεκτικά στην ερώτηση. Η συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας κατά την εκτέλεση των πειραμάτων ήταν:

.....

3) Ποιο πείραμα σας δυσκόλεψε περισσότερο;

.....

4) Ποιο πείραμα είχε το μεγαλύτερο ενδιαφέρον;

.....

5) Ποιο πείραμα δεν θέλετε να τα πραγματοποιήσετε άλλη φορά στο σχολικό εργαστήριο;

.....

.....

6) Ποιο πείραμα θεωρήσατε βαρετό;

.....

7)Ποιο πείραμα δεν καταλάβατε καθόλου;

.....

B. ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ

1)Πώς κρίνετε το ρόλο του εκπαιδευτικού κατά τη διάρκεια όλης της εκπαιδευτικής διαδικασίας;

.....

2)Να αναφέρετε δύο πράγματα που θα θέλατε να αλλάξει ο εκπαιδευτικός στο σχέδιο εργασίας, ώστε αυτό να είναι πιο αποτελεσματικό για τους επόμενους μαθητές οι οποίοι θα συμμετάσχουν σε αυτό.

1°

2°

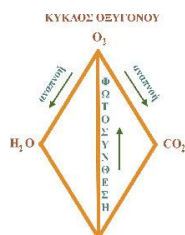
4.ΚΕΙΜΕΝΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο βρίσκονται όλα τα κείμενα που θα διαβάσουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια του σχεδίου εργασίας.

ΚΕΙΜΕΝΟ 1 «ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ»

A. ΘΕΩΡΙΑ

Καταρχήν όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί, ανάμεσά τους και οι υδρόβιοι, χρειάζονται οξυγόνο για την αναπνοή τους. Όσον αφορά στους οργανισμούς των χερσαίων οικοσυστημάτων, το οξυγόνο που χρειάζονται για την επιβίωσή τους το παίρνουν από την ατμόσφαιρα. [50] Όπως είναι γνωστό για τα αέρια που υπάρχουν εκεί, το μοριακό οξυγόνο (O_2) καταλαμβάνει το 20%, το μοριακό άζωτο(N_2) το 78,1%, ενώ τα υπόλοιπα το 1,9%. Ο κύκλος του οξυγόνου, σε κανονικές συνθήκες, διατηρείται σταθερός και απεικονίζεται στην εικόνα 1.1.



Εικόνα 1.1: Ο κύκλος του οξυγόνου [<http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/oxygen.htm>]

Οι υδρόβιοι οργανισμοί χρειάζονται και αυτοί οξυγόνο για την επιβίωσή τους. Το οξυγόνο των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι το οξυγόνο της ατμόσφαιρας που διαλύεται μέσα στο νερό ή παράγεται μέσα στα ίδια τα οικοσυστήματα, μέσω της φωτοσύνθεσης από τα υδρόβια φυτά και κυρίως από το φυτοπλαγκτόν, μεταφερόμενο κατόπιν στην ατμόσφαιρα. Περίπου το μισό οξυγόνο του πλανήτη παράγεται στις θάλασσες. [66]

Οι υδρόβιοι οργανισμοί χρειάζονται διαφορετικά ποσά διαλυμένου οξυγόνου. Όταν τα επίπεδα βρίσκονται κάτω από 3ppm, προκαλούν στρες στους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς, ενώ επίπεδα κάτω από 2 ή 1ppm δεν ευνοούν τη ζωή των ψαριών. Επίπεδα 5 ή 6ppm είναι συνήθως τα χαμηλότερα όρια για την ανάπτυξη και τις δραστηριότητες των υδρόβιων οργανισμών. Η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου σε μία λιμνοθάλασσα και γενικότερα σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, την αλατότητα, τον κυματισμό, το κλίμα, τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, την οργανική ύλη, τους αερόβιους οργανισμούς, το σχήμα και μέγεθος της λεκάνης απορροής και την είσοδο γλυκού νερού από υπολίμνιες πηγές ή επιφανειακά νερά.

Πιο συγκεκριμένα, το οξυγόνο μέσα στο γλυκό νερό έχει μεγαλύτερη διαλυτότητα σε σχέση με το αλμυρό νερό, γιατί στο αλμυρό υπάρχουν πολλά άλατα, που εμποδίζουν τη διάλυσή του. Έτσι, η διαλυτότητα του οξυγόνου σε γλυκό νερό σε 25°C είναι 8,3 mg/L, ενώ στο θαλασσινό νερό, υπό τις ίδιες συνθήκες, είναι 6,7 mg/L [50]. Μέσα στα υδάτινα οικοσυστήματα, με την αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου, ενώ αντίθετα αυξάνεται η διαλυτότητα των αλάτων. Αυτό συμβαίνει, λόγω της αρχής Le Chatelier, κατά την οποία όσο η θερμοκρασία ενός διαλύματος αυξάνεται, το περιεχόμενο αέριο εκδιώχνεται, μέχρι να γίνει πλήρης εξαέρωση στο σημείο βρασμού. Όσον αφορά στα βαθιά νερά, εκεί η θερμοκρασία του νερού είναι αρκετά χαμηλή, λόγω του νερού που φτάνει εκεί από το λιώσιμο των πάγων και έτσι η πυκνότητα πληθυσμού είναι μικρή.[66]

Όσον αφορά στην ατμοσφαιρική πίεση, είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, λόγω του τύπου του νόμου Henry $P=K \cdot N$, όπου P η πίεση του αερίου, K ο συντελεστής Henry, που εξαρτάται από τη φύση του αερίου, το διαλύτη και τη θερμοκρασία. Σε σταθερή θερμοκρασία, η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα στην επιφάνεια της λίμνης είναι ανάλογη της συγκέντρωσης οξυγόνου στο νερό. Άρα όσο η πίεση αυξάνεται, τόσο αυξάνεται και η διαλυτότητα.[84]

Το διαλυμένο οξυγόνο, εκτός από τη σπουδαιότητά του για τη διατήρηση της θαλάσσιας ζωής, καθορίζει και τις οξειδοαναγωγικές συνθήκες του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Συνθήκες κορεσμού σε διαλυμένο οξυγόνο, σημαίνει ότι υπάρχει οξειδωτικό περιβάλλον, ενώ η ανοξία και η υποξία σημαίνει ότι υπάρχει αναγωγικό περιβάλλον. Από τις συνθήκες αυτές επηρεάζονται και οι χημικές διεργασίες που διεξάγονται στο θαλάσσιο χώρο.[66]

Κατά τη φωτοσύνθεση, τόσο στα χερσαία οικοσυστήματα όσο και στα υδάτινα, παράγεται οξυγόνο κατά τις ώρες της ημέρας με ηλιοφάνεια, σύμφωνα με τη χημική αντίδραση: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + h\nu \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

Από την άλλη μεριά, κατά την αναπνοή των φυτών, των ζώων και των αερόβιων βακτηρίων καταναλώνεται οξυγόνο. Επίσης, οι αντιδράσεις χημικής οξειδωσης προκαλούν και αυτές μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου.[50]

Το διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen-DO) είναι η πιο σημαντική παράμετρος στη μελέτη των υδάτων ως προς τη ρύπανση, η οποία μπορεί να προκαλέσει μεγάλη μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου ή ακόμα και έλλειψη. Η περιορισμένη ανανέωση των νερών από τα θαλάσσια ρεύματα, η ύπαρξη μεγάλου οργανικού φορτίου από απόβλητα και η εμφάνιση του ευτροφισμού είναι οι πιο συνήθεις αιτίες για τη μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό. [66]

Τα απόβλητα που φτάνουν στους ποταμούς, στις λίμνες και στη θάλασσα, μπορούν να οδηγήσουν σε απότομη μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου, με αρνητικές συνέπειες για την επιβίωση και την ανάπτυξη των οργανισμών, όπως ασφυξία ή και θάνατος πολλών από αυτών. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα απόβλητα παρέχουν θρεπτικά στοιχεία στους μικροοργανισμούς, οι οποίοι στη συνέχεια αναπτύσσονται ραγδαία, καταναλώνοντας πολύ οξυγόνο. Φυσιολογικά, αυτοί οι μικροοργανισμοί συμπεριφέρονται σαν να καθαρίζουν τη λίμνη ή το ποτάμι, καταστρέφοντας τα απόβλητα, αλλά όταν υπάρχει πολύ μεγάλη ρύπανση από απόβλητα, το οξυγόνο μπορεί εξολοκλήρου να καταναλωθεί. Επιπλέον, οι περισσότεροι ρύποι περιέχουν άνθρακα σε αφθονία.[50] Ο άνθρακας των ρύπων, παρουσία βακτηρίων, μπορεί να μετατραπεί σε διοξείδιο του άνθρακα: $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία, 32g οξυγόνου μπορούν να οξειδώσουν 12g άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι 8mg/L οξυγόνου απαιτούνται για την οξείδωση 3mg/L διαλυμένου άνθρακα. Άρα, μόνο μία μικρή ποσότητα πετρελαίου θα μπορούσε να καταναλώσει όλο το οξυγόνο που περιέχεται σε 5L νερού. Όταν οι απαιτήσεις για οξυγόνο ξεπεράσουν τη διαθέσιμη συγκέντρωση, τότε τα ψάρια και οι μικροοργανισμοί αρχίζουν να πεθαίνουν. Η υδάτινη μάζα δεν μπορεί πια να προστατέψει τον εαυτό της και έτσι αρχίζουν να λαμβάνουν χώρα οι αναερόβιες διαδικασίες. Η αναερόβια αποσύνθεση οδηγεί στη δημιουργία προϊόντων, όπως σουλφίδια, μεθάνιο και αμμωνία. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει, αφού οι συνθήκες είναι ανοξικές, με συνέπεια την εξαφάνιση της ζωής από το υδάτινο οικοσύστημα. [50]

Σε εύκρατα κλίματα, τα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου είναι πολύ χαμηλά τους μήνες του καλοκαιριού γιατί με την αύξηση της θερμοκρασίας και τη μείωση της ροής από ρυάκια, αυξάνεται ο ρυθμός των βιοχημικών αντιδράσεων.

Οι περισσότερες χώρες δεν έχουν κάποια πρότυπη συγκέντρωση για το διαλυμένο οξυγόνο στο πόσιμο νερό. Μόνο η Ρωσία έχει θεσπίσει ένα μέγιστο όριο τα 4mg/L στο πόσιμο νερό. Όσον αφορά τη ζωή μέσα στο νερό, υπάρχουν κάποιες πρότυπες συγκεντρώσεις. EU 5-9, Ρωσία 4-6. [50]

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου σε ένα υδατικό δείγμα, υπάρχουν τουλάχιστον 23 χημικές ογκομετρικές μέθοδοι, χρωματομετρικές μέθοδοι, μέθοδοι αέριας χρωματογραφίας, ηλεκτρομετρικές μέθοδοι και πολαραγραφικές μέθοδοι. Η πιο χρήσιμη χημική μέθοδος είναι ο ιωδιομετρικός ογκομετρικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου που αναπτύχθηκε από τον Winkler και είναι γνωστή ως μέθοδος Winkler. Από τις

φυσικοχημικές μεθόδους, η πιο ικανοποιητική είναι η πολaroγραφική μέθοδος με ηλεκτρόδιο Au-Ag.

Η μέθοδος Winkler μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα είδη νερού, αρκεί η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου να είναι μεγαλύτερη από 0,2 mg/l. Όμως, δεν μπορεί να εφαρμόζεται σε δείγματα, όπου υπάρχουν τανίνες, χουμικά οξέα και λιγνίνες και παρόμοιες ουσίες, γιατί αυτές δεσμεύουν το ιώδιο με αντιδράσεις προσθήκης ή αντικατάστασης. Τα νιτρώδη καταστρέφονται με την προσθήκη νατράζιδιου. Στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν αιωρούμενα σωματίδια που καταναλώνουν ιώδιο ή διαλυτές οξειδωτικές ή αναγωγικές ουσίες, γίνονται κάποιες τροποποιήσεις στη μέθοδο. [50,51]

B. ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

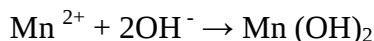
Οι μαθητές θα προσδιορίσουν τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα που θα συλλέξουν, σύμφωνα με τη μέθοδο Winkler. Η δειγματοληψία γίνεται κατευθείαν με το ίδιο πλαστικό δοχείο στο οποίο γίνει ο πειραματικός προσδιορισμός. Το δοχείο γεμίζεται μέχρι να ξεχειλίσει, με προσοχή, ώστε να μην υπάρξει καμία αλλαγή στη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Αφού εξαφανιστούν όλες οι φυσαλίδες που πιθανόν έχουν προσκολληθεί στο γυαλί, το δοχείο πωματίζεται.

Στη συνέχεια, ακολουθεί ο πειραματικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου, σύμφωνα με τη μέθοδο Winkler, της οποίας τα στάδια είναι τα παρακάτω:

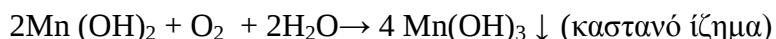
1) Στο δείγμα προσθέτουμε 1ml θειικό μαγγάνιο (MnSO_4). Μετά προσθέτουμε 2ml από αλκαλικό διάλυμα ιωδιούχου καλίου(KI) και υδροξειδίου του νατρίου(NaOH). Αυτή η προσθήκη γίνεται προσεκτικά για να αποφευχθεί η είσοδος αέρα μέσα στο δοχείο. Τα αντιδραστήρια είναι προτιμότερο να τοποθετούνται με πιπέτα ή με σύριγγα ή με σταγονόμετρο κάτω από την επιφάνεια του υγρού. Οι χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στην αρχή είναι οι εξής διαστάσεις των ουσιών:



Στη συνέχεια, λόγω αυτών των ιόντων μέσα στο διάλυμα, πραγματοποιείται η αντίδραση:

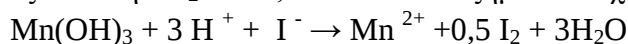


Έτσι προκύπτει ως προϊόν το υδροξείδιο του μαγγανίου (II). Στη συνέχεια, το διαλυμένο οξυγόνο του δείγματος αντιδρά με το υδροξείδιο του μαγγανίου και έτσι καταβυθίζεται το καστανό ίζημα οξειδίου του μαγγανίου (IV):



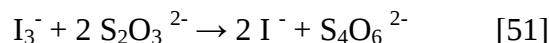
2) Προσθέτουμε H_2SO_4 για την οξίνιση του διαλύματος και αναδεύουμε, για να διαλυθεί όλο το ίζημα και να κατανεμηθεί το ιώδιο στο διάλυμα.

Πιο συγκεκριμένα, η ένωση $\text{MnO}(\text{OH})_2$ οξειδώνει το ιωδιούχο κάλιο, απελευθερώνοντας ποσότητα I_2 . Έτσι, διαλύεται το ίζημα που έχει σχηματιστεί:



3) Προσθέτουμε άμυλο σαν δείκτη, το οποίο δίνει ένα μπλε σύμπλοκο με το I_3^- . Έτσι το διάλυμα αποκτά σκούρο κυανό-ιώδες χρώμα.

4) Κάνουμε ογκομέτρηση με διάλυμα θειοθειικού νατρίου, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Στο τελικό σημείο γίνεται αποχρωματισμός του διαλύματος.

5) Υπολογίζουμε την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο δείγμα σε μονάδες mg/L, mmol/L, mL/L:

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{V_2 * N * 8000}{V_1 - 4}$$

$$DO \text{ (mmol/L)} = \frac{V_2 * N * 250}{V_1 - 4}$$

$$DO \text{ (mL/L)} = \frac{V_2 * N * 5600}{V_1 - 4}$$

Όπου V_2 : ο όγκος του διαλύματος θειοθειικού νατρίου (ml), V_1 : ο όγκος του δείγματος $V_1 - 4$: ο όγκος του δείγματος διορθωμένος ως προς τις απώλειες, που οφείλονται στην προσθήκη των δύο πρώτων αντιδράσεων, N : κανονικότητα θειοθειικού νατρίου. [51]

ΚΕΙΜΕΝΟ 2

«ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ»

A. ΘΕΩΡΙΑ

Η αλατότητα του νερού, η θερμοκρασία, η χλωριότητα και τα διαφανή αιωρούμενα στερεά σωματίδια είναι μερικές φυσικές παράμετροι του νερού των υδάτινων οικοσυστημάτων. Από την τιμή της αλατότητας και της θερμοκρασίας, μπορεί να υπολογιστεί και η πυκνότητα του νερού, με τη βοήθεια κατάλληλων πινάκων.

Όσον αφορά στην αλατότητα του νερού, καταρχήν πρέπει να αναφερθεί ότι το θαλασσινό νερό είναι καθαρό νερό, στο οποίο βρίσκονται διαλυμένες πολλές στερεές και αέριες ουσίες. Ένα δείγμα 1000g. θαλασσινού νερού περιέχει περίπου 35g. διαλυμένων χημικών ενώσεων, που ονομάζονται συλλογικά άλατα. Άρα, σε ποσοστό, το 96,5% του θαλασσινού νερού είναι νερό και το 3,5% είναι διαλυμένες ουσίες. Η συνολική ποσότητα των διαλυμένων ουσιών μέσα στο νερό ονομάζεται αλατότητα. Η αλατότητα εκφράζεται σε εκατοστιαία αναλογία ανά 1000g., με συμβολισμό ‰. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται και η μονάδα psu. Για παράδειγμα, αν σε ένα δείγμα θαλασσινού νερού υπάρχουν 35g διαλυμένων ενώσεων σε 1000 g νερού, τότε λέμε ότι η αλατότητα του συγκεκριμένου δείγματος είναι 35psu. Αυτή είναι η τιμή του θαλασσινού νερού. [64]

Στις διαλυμένες ενώσεις ανήκουν τα ανόργανα άλατα, οι οργανικές ενώσεις, δηλαδή αυτές που προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς, καθώς και τα διαλυμένα αέρια. Το μεγαλύτερο μέρος τους βέβαια είναι τα ανόργανα άλατα, που βρίσκονται υπό τη μορφή ιόντων. Μάλιστα, το 99,28% του βάρους του στερεού υλικού είναι ανόργανα ιόντα, όπως ιόντα χλωρίου, νατρίου, θείου (ως θεικές ρίζες), μαγνησίου, ασβεστίου και καλίου.

Οι διαφορές της αλατότητας των διαφόρων τμημάτων του ωκεανού αλλά και των υπόλοιπων υδάτινων οικοσυστημάτων, οφείλονται σε διαφορές στην εξάτμιση και στην κατακρήμνιση. Σε υποτροπικές περιοχές, όπου ο ρυθμός εξάτμισης είναι μεγαλύτερος του ρυθμού κατακρημνίσεων, υπάρχει υψηλή αλατότητα, ενώ στις εύκρατες περιοχές όπου παρατηρείται το αντίθετο, παρατηρείται χαμηλή αλατότητα. Στις παράκτιες περιοχές και στις ημίκλειστες θάλασσες η αλατότητα παρουσιάζει εντονότερες διακυμάνσεις και να φτάσει ακόμα και τα 0 psu σε σημεία όπου οι μεγάλοι ποταμοί εκβάλλουν γλυκό νερό, ή να φτάσει ως τα 40 psu στην Ερυθρά Θάλασσα και τον Περσικό Κόλπο.[64]

Τα φυσικά νερά του πλανήτη μπορούν να εμφανίσουν υψηλή αλατότητα από τα βιομηχανικά απόβλητα που περιέχουν μεγάλες ποσότητες ανοργάνων αλάτων τα οποία δημιουργήθηκαν κατά τις βιομηχανικές δραστηριότητες και καταλήγουν εκεί. Επίσης, η αποστράγγιση των νερών που έχουν αλάτι, που χρησιμοποιήθηκε για το λιώσιμο του χιονιού και του πάγου στους μεγάλους δρόμους, είναι και αυτή αιτία εμφάνισης υψηλής αλατότητας σε φυσικά νερά. Επίσης, η άρδευση λιώνει τα άλατα του εδάφους. Επιπλέον, η είσοδος του θαλασσινού νερού μέσα στα ποτάμια κατά τις μεγάλες παλίρροιες και τις χαμηλές απορροές οδηγεί και αυτή σε αύξηση της αλατότητας του νερού.

Γενικά, τα νερά υψηλής αλατότητας δεν είναι πόσιμα. Επιπλέον, η αλατότητα επηρεάζει τους πληθυσμούς των υδρόβιων οργανισμών των φυσικών νερών, κυρίως όσων δεν είναι προσαρμοσμένοι σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Τέλος, η αλατότητα του νερού άρδευσης επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη των φυτών και στη σοδειά.[52]

B. ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ [65]

Η συλλογή του δείγματος νερού, στο οποίο θα μετρηθεί η αλατότητα, μπορεί να γίνει σε πλαστικό δοχείο, το οποίο διατηρείται είτε σε θερμοκρασία δωματίου είτε στο ψυγείο, μέχρι την ανάλυσή του στο εργαστήριο.

Καταρχήν η αλατότητα($s^{\circ}/_{\infty}$) ορίζεται ως το ολικό ποσό στερεών ουσιών σε γραμμάρια, που περιέχεται σε ένα χιλιόγραμμο θαλασσινού νερού, όταν όλα τα ανθρακικά άλατα έχουν μετατραπεί σε οξείδια, ενώ όλα τα βρωμιούχα και ιωδιούχα έχουν αντικατασταθεί από χλωριούχα και όλες οι οργανικές ουσίες έχουν οξειδωθεί πλήρως.

Η χλωριότητα ορίστηκε αρχικά ως το ολικό ποσό χλωρίου, βρωμίου και ιωδίου σε γραμμάρια, που περιέχεται σε ένα χιλιόγραμμο θαλασσινού νερού, υποθέτοντας ότι το βρώμιο και το ιώδιο έχουν αντικατασταθεί από χλώριο. Η υπόθεση αυτή μπορεί να γίνει, εφόσον τα βρωμιούχα ιόντα είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικά και λιγότερο δραστικά σε

σχέση με τα χλωριούχα ιόντα. Ο ορισμός αυτός προϋποθέτει τον εξής υπολογισμό, με τη βοήθεια του ατομικού βάρους των στοιχείων:

$$\text{gr. Cl}_{\text{τελικά}} = \text{gr. Cl}_{\text{αρχικά}} + (\text{gr. I} / \text{AB}_I) * \text{AB}_{\text{Cl}} + (\text{gr. Br} / \text{AB}_{\text{Br}}) * \text{AB}_{\text{Cl}}$$

όπου $\text{AB}_I = 126,9$, $\text{AB}_{\text{Cl}} = 35,45$, $\text{AB}_{\text{Br}} = 79,9$.

Το 1940, οι Jacobsen και Knudsen πρότειναν τον εξής ορισμό:

“Ο αριθμός που εκφράζει τη χλωριότητα επί τοις χιλίοις ενός δείγματος θαλασσινού νερού, είναι ίδιος με τον αριθμό που δίνει τη μάζα μετρημένη σε γραμμάρια αργύρου, απαραίτητη για να καταβυθίσει τα αλογόνα που περιέχονται σε 0,3285234mg=328,5234 gr θαλασσινού νερού”.

Έτσι, για ογκομέτρηση A gr. δείγματος και η κατανάλωση α gr. Αργύρου, ισχύει:

$$\text{Χλωριότητα } \% = (\alpha * 328,5234) / A$$

Πάντως και οι δύο ορισμοί της χλωριότητας βασίζονται στη μέθοδο προσδιορισμού αλογόνων, τη μέθοδο Mohr. Η αλατότητα και η χλωριότητα εκφράζονται σε ποσοστό επί τοις χιλίοις και συνδέονται σύμφωνα με τον εμπειρικό νόμο των Cox et al.

$$S \text{ }_{\text{‰}} = 0,03 + 1,805 \text{Cl }_{\text{‰}}$$

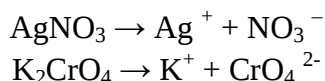
Ο ορισμός αυτός αντικαταστάθηκε το 1982 από τον:

$$S \text{ }_{\text{‰}} = 1,806555 \text{Cl }_{\text{‰}}$$

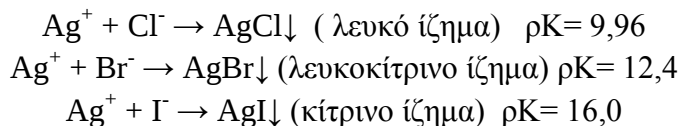
Σύμφωνα λοιπόν με τη μέθοδο Mohr, στο υδατικό δείγμα θα προσδιοριστεί ογκομετρικά χλωριότητα (αργυρομετρία) και μετά θα υπολογιστεί η αλατότητα, σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο. Πιο αναλυτικά, τα βήματα για τον προσδιορισμό της αλατότητας στο δείγμα είναι τα παρακάτω:

1) Σε 15 mL δείγματος προσθέτουμε 25 mL αποσταγμένου νερού και έξι σταγόνες δείκτη K_2CrO_4 , ο οποίος έχει κίτρινο χρώμα. Στη συνέχεια το διάλυμα ογκομετρείται με διάλυμα AgNO_3 .

Όσον αφορά στις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται σε αυτό το βήμα, καταρχήν είναι οι εξής:



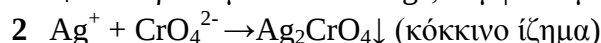
Στη συνέχεια, τα χλωριούχα, τα βρωμιούχα και τα ιωδιούχα ιόντα του υδατικού δείγματος αντιδρούν με τα ιόντα NO_3^- , σχηματίζοντας τα παρακάτω δυσδιάλυτα ιζήματα σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές αντιδράσεις:



Όσον αφορά στη διαλυτότητα των αλάτων, ο ιωδιούχος άργυρος (AgI) είναι το πιο δυσδιάλυτο, λιγότερο ο βρωμιούχος άργυρος (AgBr) και ακόμα λιγότερο ο χλωριούχος άργυρος (AgCl). Αυτό φαίνεται από τα γινόμενα διαλυτότητας των αλάτων στους 25° C του πίνακα 2.1. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του, τόσο πιο δυσδιάλυτο είναι το ίζημα.

Ίζημα	ksp
AgCl	10^{-10}
AgBr	$5,4 \cdot 10^{-13}$
AgI	$8,5 \cdot 10^{-17}$
Ag ₂ CrO ₄	$4 \cdot 10^{-12}$

Επίσης, και τα ιόντα CrO₄²⁻ αντιδρούν με τα ιόντα Ag⁺, σύμφωνα με την αντίδραση:



Μόλις σχηματιστεί αυτό το ίζημα, αρχίζει να εμφανίζεται το κόκκινο χρώμα, οπότε όταν σταθεροποιηθεί, έχουμε φτάσει στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης. Αυτή είναι μία ογκομέτρηση καθίζησης.

2) Η χλωριότητα του δείγματος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Chl}(\text{‰}) = 0,3285234 \times 0,635 \times V \times (b/a)$$

Όπου V : όγκος νιτρικού αργύρου που καταναλώθηκε (ml), b: συγκέντρωση νιτρικού αργύρου (g/l), a: γραμμάρια δείγματος, 0,635= Ag/AgNO₃ (μοριακά βάρη)

Αυτή η εξίσωση προέρχεται από τον εμπειρικό ορισμό της χλωριότητας, σύμφωνα με τον οποίο ο αριθμός που εκφράζει τη χλωριότητα επί τοις χιλίοις ενός δείγματος νερού είναι ίδιος με τον αριθμό των γραμμαρίων αργύρου των αναγκαίων για την πλήρη καταβύθιση των αλογόνων, που περιέχονται σε 328,5234 γραμμάρια του νερού αυτού.

3) Η αλατότητα του δείγματος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$S (\text{‰}) = 1,80655 \times \text{Chl} (\text{‰})$$

ΚΕΙΜΕΝΟ 3 «ΧΗΜΙΚΩΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ»

Α. ΘΕΩΡΙΑ

Η σύνθεση και η συγκέντρωση των οργανικών ενώσεων των φυσικών νερών σχετίζονται με τις βιοτικές και αβιοτικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα, οι πιο σημαντικές από τις οποίες είναι τα προϊόντα μεταβολισμού των υδρόβιων οργανισμών, οι ατμοσφαιρικές αποθέσεις και επιφανειακή απορροή, οι εισαγωγές βιομηχανικών, αστικών και γεωργικών αποβλήτων. [54] Το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD) είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για τη χημική οξείδωση του συνόλου των οργανικών ενώσεων που περιέχονται στο νερό και που μπορούν να οξειδωθούν με ισχυρό χημικό οξειδωτικό μέσο. [55]

Ο προσδιορισμός του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου έχει ιδιαίτερη αξία για τα νερά και τα απόβλητα που περιέχουν τοξικές ουσίες οι οποίες σκοτώνουν τους μικροοργανισμούς και εμποδίζουν τον προσδιορισμό του βιοχημικώς απαιτούμενου οξυγόνου. Έτσι, μόνο με τον προσδιορισμό του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου ή του

ολικού οργανικού άνθρακα μπορεί να προσδιοριστεί η ολική φόρτιση ενός αποβλήτου σε οργανικές ενώσεις. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τάξη του COD = 20-60 mg/l.[55]

B. ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Καταρχήν η συλλογή του δείγματος νερού γίνεται σε πλαστικό δοχείο, το οποίο θα μπει στο φορητό ψυγείο και στη συνέχεια να φυλαχθεί στο ψυγείο του σχολικού εργαστηρίου μέχρι να γίνει σε αυτό ο πειραματικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης του COD. Αυτός περιλαμβάνει την αντίδραση του δείγματος με ένα οξειδωτικό μέσο σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, μετά από την οποία, η συγκέντρωση του οξειδωτικού που δεν αντέδρασε, προσδιορίζεται με μία οξειδοαναγωγική οπισθογομέτρηση. Η ποσότητα του οξειδωτικού που αντέδρασε προσδιορίζεται από τη διαφορά από την αρχική συγκέντρωσή του.[54] Τα βήματα που περιγράφουν το πείραμα στο εργαστήριο είναι τα εξής:

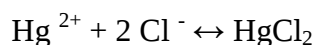
12) Φτιάχνουμε τη συσκευή, που αποτελείται από σφαιρική φιάλη και κάθετο ψυκτήρα και στη συνέχεια βάζουμε 20 mL δείγματος.

Αν η ποσότητα του COD είναι υψηλή, τότε χρησιμοποιείται μικρότερος όγκος δείγματος και αραιώνεται αναλόγως με δις-απιονισμένο νερό μέχρι τα 40ml. Ανάλογα με τον όγκο του δείγματος, χρησιμοποιούνται και οι όγκοι των υπόλοιπων αντιδραστηρίων, σύμφωνα με τον πίνακα:

Όγκος δείγματος (mL)	Διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ (mL)	Πυκνό $H_2SO_4 + Ag_2SO_4$ (mL)	Βάρος $HgSO_4$ (g)	Κανονικότητα διαλύματος $Fe(II)$ (N)
10	5	15	0,2	0,05
20	10	30	0,4	0,10
30	15	45	0,6	0,15
40	20	60	0,8	0,20
50	25	75	1,0	0,25

13) Προσθέτουμε 0,5g. $HgSO_4$ και 1-2 σφαιρίδια βρασμού από πορσελάνη που έχουν προθερμανθεί στους 600 °C. Η παρουσία αυτών των σφαιριδίων κάνει πιο ομαλό το βρασμό και αποτρέπει την οξείδωση των χλωριούχων ιόντων.

Η προσθήκη του $HgSO_4$ πριν την προσθήκη του οξειδωτικού $K_2Cr_2O_7$ έχει ως στόχο την παρεμπόδιση της οξείδωσης των χλωριούχων, όταν αυτά βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Αυτό γίνεται, λόγω της ικανότητας του θειικού υδραργύρου να δεσμεύει τα χλωριούχα ιόντα, σχηματίζοντας ευδιάλυτα χλωριοσύμπλοκα του τύπου $HgCl_4^{2-}$. Μία χημική αντίδραση που περιγράφει την δράση του θειικού υδραργύρου είναι η εξής[54]:

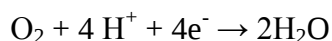
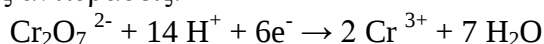


Πιο αναλυτικά, κάθε 0,5 g $HgSO_4$ συμπλέκουν περίπου 50 mg ιόντων χλωρίου. Αν η ποσότητα των ιόντων χλωρίου στο δείγμα είναι μεγαλύτερη, τότε προστίθεται

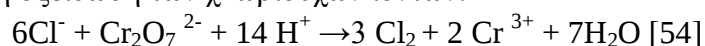
μεγαλύτερη ποσότητα HgSO_4 . Η αναλογία HgSO_4 προς Cl^- πρέπει να είναι 10 προς 1. Ο σχηματισμός μικρής ποσότητας ιζήματος δεν παρεμποδίζει τον προσδιορισμό.

14) Προσθέτουμε 10 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,15 N και 30 mL μίγματος $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ag}_2\text{SO}_4$, με συνεχή ανακίνηση της φιάλης.

Το διχρωμικό κάλιο ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) είναι το οξειδωτικό μέσο, το οποίο σε όξινο περιβάλλον (H_2SO_4) ανάγεται και ο αριθμός οξείδωσης του Cr, από +6 γίνεται +3, σύμφωνα με τις χημικές αντιδράσεις:



Όμως, επειδή είναι πολύ ισχυρό οξειδωτικό, οξειδώνεται το 95-100% των οργανικών ενώσεων του δείγματος. Τότε μπορεί να προκύψουν θετικά σφάλματα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η οξείδωση των χλωριούχων ιόντων:



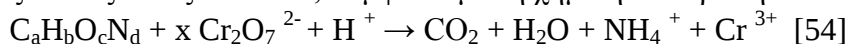
Για την αποφυγή σφαλμάτων, θα πρέπει οι συνοξειδούμενες ανόργανες ενώσεις να βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Για παράδειγμα η συγκέντρωση χλωριούχων στο δείγμα όπου θα προσδιορίσουμε το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2 g/l. Η οξείδωση των χλωριούχων ιόντων, όταν αυτά βρίσκονται σε συγκέντρωση μικρότερη των 2 g/l παρεμποδίζεται, με προσθήκη H_2SO_4 πριν από την επίδραση του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Άρα, σύμφωνα με τα παραπάνω, το COD δεν προσδιορίζεται σε δείγματα θαλάσσιου νερού με χρήση του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ως οξειδωτικό. Εκεί χρησιμοποιείται συνήθως το HgSO_4 .

Επιπλέον, οι πτητικοί αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και η πυριδίνη είναι πιθανόν να μην οξειδώνονται πλήρως. Έτσι, στο πείραμα προσθέτουμε Ag_2SO_4 ως καταλύτη, για πιο αποτελεσματική οξείδωση των ευθύγραμμων αλειφατικών υδρογονανθράκων, όπως το οξικό οξύ.

Οι ευθύγραμμες αλκοόλες και τα οξέα οξειδώνονται αποτελεσματικά, αλλά οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες, όπως το βενζόλιο και το τολουόλιο δεν προσβάλλονται. Τα νιτρώδη ιόντα αντιδρούν με το διχρωμικό κάλιο και δίνουν τιμή COD ίση με 1,4 mg για κάθε 1 mg αζώτου των νιτρωδών. Για την αποφυγή αυτή γίνεται προσθήκη σουλφαμικού οξέος ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$) σε ποσότητα 10 mg για κάθε mg αζώτου των νιτρωδών που πιθανόν υπάρχουν.[55]

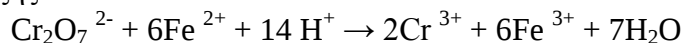
Επίσης η ανάμιξη ο του H_2SO_4 με το υδατικό διάλυμα πρέπει να συμπληρωθεί πριν αρχίσει ο βρασμός, γιατί αν μείνει το θειικό οξύ στον πυθμένα, λόγω μεγαλύτερου ειδικού βάρους, με τη θέρμανση εκλύονται μεγάλα ποσά θερμότητας και υπάρχει κίνδυνος θραυσμού της φιάλης και ατυχήματος.

Οι οργανικές ουσίες θα οξειδωθούν, σύμφωνα με τη χημική αντίδραση:



4) Προσθέτω φερροΐνη ως δείκτη. Οπότε, λόγω αυτού του υγρού, το διάλυμα παίρνει χρώμα κυανό-πράσινο.

5) Η ποσότητα του διχρωμικού καλίου που περίσσεψε, δηλαδή όση δεν καταναλώθηκε για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων, προσδιορίζεται ογκομετρικά, με πρότυπο διάλυμα δισθενούς σιδήρου (Fe^{2+}). Στο τελικό σημείο το διάλυμα θα πάρει καστανέρυθρο χρώμα. Η χημική αντίδραση που πραγματοποιείται κατά την ογκομέτρηση είναι η εξής:



6) Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για τον τυφλό προσδιορισμό. Αντί για δείγμα, χρησιμοποιούνται όλα τα αντιδραστήρια σε 25 ml απιονισμένου νερού. Η ποσότητα του διχρωμικού που καταναλώνεται, αφαιρείται από τον αρχικό προσδιορισμό.

7) Ο υπολογισμός του COD στο άγνωστο δείγμα νερού γίνεται με βάση τον τύπο:

$$\text{mg/l COD} = (\text{V}_1 - \text{V}_2) \text{N} * 8000 / \text{V}_3,$$

όπου V_1 : ο όγκος του πρότυπου διαλύματος δισθενούς σιδήρου που έχει καταναλωθεί για τον τυφλό προσδιορισμό (mL), V_2 : ο όγκος του πρότυπου διαλύματος Fe(II) που έχει καταναλωθεί, N : η κανονικότητα του Fe(II) , V_3 : ο όγκος του δείγματος, 8000 είναι τα meq του οξυγόνου. [55]

ΚΕΙΜΕΝΟ 4 **«ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ»**

A. ΘΕΩΡΙΑ

Τα θρεπτικά συστατικά (ή μικροθρεπτικά άλατα) (nutrients, micronutrients) είναι στοιχειώδεις ανόργανες ή οργανικές ενώσεις που αποτελούν την απαραίτητη τροφή των φυτικών οργανισμών, μακρο-φυτών ή φυτοπλαγκτού. Επίσης, συνιστούν τα τελικά ή τα ενδιάμεσα προϊόντα της βιολογικής ή της χημικής αποικοδόμησης της οργανικής ύλης.

Από τα συστατικά αυτά, τα πιο σημαντικά και άφθονα είναι τα ανόργανα του N, P, Si και ιδιαίτερα τα νιτρικά ιόντα (NO_2^-), τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-), τα μονόξινά φωσφορικά ιόντα (HPO_4^{2-}), τα δισόξινά φωσφορικά ιόντα (H_2PO_4^-), τα φωσφορικά ιόντα (PO_4^{3-}) και τα πυριτικά ιόντα (SiO_4^{4-}). [56] Σε σημαντικές ποσότητες βρίσκονται και οι οργανικές ενώσεις που περιέχουν άζωτο και φώσφορο που επίσης μπορούν να μετρηθούν.

Όσον αφορά το άζωτο, μπορεί να υπάρξει σε επτά διαφορετικές οξειδωτικές καταστάσεις: NH_3 (-III), N_2 (0), N_2O (I), NO (II), N_2O_3 (III), NO_2 (IV), N_2O_5 (V). [57] Σε αυτό το πείραμα θα πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός των νιτρώδων (NO_2^-) και των νιτρικών (NO_3^-) ιόντων σε υδατικό δείγμα. Τόσο τα νιτρικά όσο και τα νιτρώδη ιόντα, σε μικρές ποσότητες συνιστούν θρεπτικά συστατικά των υδάτινων συστημάτων, αλλά σε μεγάλες συγκεντρώσεις γίνονται τοξικοί ρύποι, με αρνητικές επιπτώσεις στα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά. Επιπλέον, τα νιτρικά ιόντα στο πόσιμο νερό είναι τοξικά.

Επίσης, το περιβαλλοντικό πρόβλημα του ευτροφισμού που παρατηρείται σε παράκτια και εσωτερικά ύδατα είναι αρκετά γνωστό και οφείλεται στις υψηλές

συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων και αμμωνίας. Αυτό το πρόβλημα παρατηρείται κυρίως σε σημεία εκβολής οχετών αστικών λυμάτων ή σε ποταμούς που είναι επιβαρυνμένοι με λύματα, απόβλητα ή υπολείμματα λιπασμάτων της γεωργίας που παρασύρονται με τις βροχοπτώσεις και την απόπλυση της γης. [56]

Το πρόβλημα αυτό ξεκινά όταν η ποσότητα των θρεπτικών συστατικών από όλες τις παραπάνω πηγές καταλήγουν σε ένα υδάτινο οικοσύστημα. Τότε, συμβαίνει υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού των φωτοσυνθετικών οργανισμών, οπότε αυξάνεται και ο πληθυσμός του ζωοπλαγκτού. Με το θάνατο όλων αυτών των πλαγκτονικών οργανισμών, συσσωρεύεται νεκρή οργανική ύλη, με συνέπεια την αύξηση του πληθυσμού των αποικοδομητών. Όμως με αυτή την αύξηση των μικροοργανισμών, ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του. Έτσι, η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου μικραίνει, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς, οι οποίοι πεθαίνουν από ασφυξία. Έτσι, δημιουργούνται εικόνες, όπως είναι η 4.1, όπου απεικονίζονται νεκρά ψάρια, λόγω του περιβαλλοντικού προβλήματος του ευτροφισμού.[56,32]



Εικόνα 4.1: Συνέπεια του ευτροφισμού είναι ο θάνατος των ψαριών από ασφυξία[Wikipedia]

Όσον αφορά τη δειγματοληψία του υδατικού δείγματος, μπορεί να γίνει σε πλαστικό ή σε μεταλλικό δοχείο. Αν ο πειραματικός προσδιορισμός δεν διεξαχθεί επιτόπου, τότε πρέπει το δοχείο να τοποθετηθεί στο φορητό ψυγείο αφού πρώτα προστεθούν 2-3 σταγόνες CHCl_3 μέχρι να πραγματοποιηθεί το πείραμα στο σχολικό εργαστήριο. Αυτή η προσθήκη έχει ως στόχο να παρεμποδίσει τη δράση των μικροοργανισμών, οι οποίοι καταναλώνουν τα θρεπτικά και έτσι μετατρέπουν τα νιτρώδη προς νιτρικά ή προς αμμωνιακά ιόντα. Επίσης, το διάλυμα, πριν αναλυθεί, πρέπει να διηθηθεί από φίλτρα των 0,45 μmol και στο διήθημα να γίνει ο προσδιορισμός.[56]

Ο προσδιορισμός των νιτρώδων ιόντων στο υδατικό δείγμα γίνεται φασματοφωτομετρικά. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην επίδραση νιτρώδους οξέος επί αρωματικών αμινών, οπότε σχηματίζονται διαζωνικά άλατα, με σύζευξη των οποίων, σε κατάλληλες συνθήκες σχηματίζονται έντονα χρωματισμένα αζωχρώματα.

Ορισμένα μεταλλοϊόντα προκαλούν θετικά σφάλματα στον προσδιορισμό, γιατί δίνουν έγχρωμα σύμπλοκα. Μερικά από αυτά είναι τα ιόντα του Fe(II) , Hg(I) , Ag(I) , Bi(III) , Sb(III) , V(V) , Pb(II) . Τέλος, τα ιόντα του Cu(II) μπορεί να προκαλέσουν αρνητικά σφάλματα, γιατί λειτουργούν ως καταλύτες της αποσύνθεσης του διαζωνικού άλατος. Τα προβλήματα αντιμετωπίζονται με προσθήκη EDTA, το οποίο δεσμεύει τα παραπάνω ιόντα, δημιουργεί σύμπλοκα με αυτά και έτσι αυτά απενεργοποιούνται.[56]

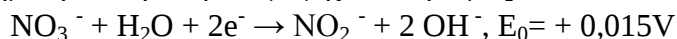
B. ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

2.ΝΙΤΡΙΚΑ ΙΟΝΤΑ

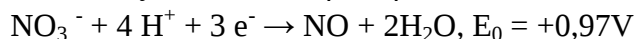
Τα νιτρικά ιόντα είναι το τελικό στάδιο οξείδωσης των αζωτούχων ενώσεων. Μετά το μοριακό άζωτο (N₂), τα νιτρικά ιόντα είναι η πιο άφθονη μορφή αζώτου μέσα στη θάλασσα και οι συγκεντρώσεις είναι 1-500 µg/L. Ανώτατο αποδεκτό όριο συγκέντρωσης αυτών των ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 50mg/L.

Στο εργαστήριο, για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων στο υδατικό δείγμα, μετατρέπονται πρώτα σε νιτρώδη, περνώντας το δείγμα από μία στήλη καδμίου (εικόνα 4.3) και έπειτα ακολουθεί η διαδικασία προσδιορισμού των νιτρωδών.

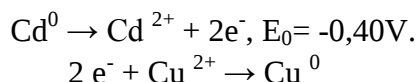
Όσον αφορά στη χημική αντίδραση αναγωγής, σε νερό με pH κοντά στο 7, είναι η :



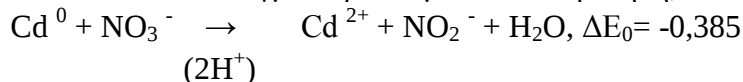
Σε λίγο πιο όξινο pH, τα NO₂ οξειδώνονται περεταίρω σε NO:



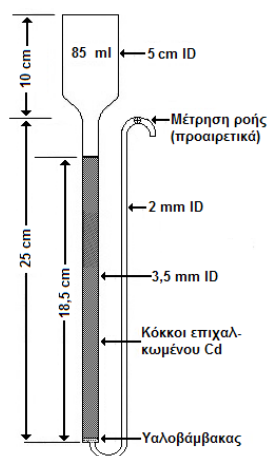
Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το κατάλληλο αναγωγικό, ώστε να αποφευχθεί αυτή η περεταίρω οξείδωση, διαφορετικά θα προκύψει αρνητικό σφάλμα. Το πιο συνηθισμένο αναγωγικό είναι το κάδμιο (Cd), το οποίο χρησιμοποιείται είτε σαν αμάγαμα Cd-Hg είτε ως επιχαλκωμένο κάδμιο. Στη στήλη του σχολικού εργαστηρίου έχουν τοποθετηθεί ρινίσματα καδμίου επιχαλκωμένα, με διαβίβαση διαλύματος CuSO₄. Τα ιόντα δισθενούς χαλκού αναμιγνύονται με το Cd⁰, οπότε η χημική αντίδραση που συμβαίνει είναι η εξής:



Η χημική αντίδραση όταν το υδατικό δείγμα περάσει μέσα από τη στήλη, είναι η:



Τα παραγόμενα ιόντα Cd²⁺ απομακρύνονται με συμπλοκοποίηση, όπου υποκαταστάτες είναι το EDTA ή το NH₄Cl.[56] Με το NH₄Cl η χημική αντίδραση συμπλοκοποίησης είναι η: $\text{Cd}^{2+} + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{H}^+$.



Εικόνα 4.3 : Στήλη Cd [32]

Πιο αναλυτικά, η πειραματική διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- 1) Τα πρότυπα και τα δείγματα μεταφέρονται σε φυγοκεντρικούς σωλήνες των 50 mL και προσθέτουμε 1 mL NH_4Cl .
- 2) Περνάμε τα πρότυπα δείγματα από τη στήλη από το αραιότερο προς το πυκνότερο με ροή 1 σταγόνα ανά 1 sec. Σε κάθε πρότυπο εκπλένουμε τη στήλη 3 φορές με 5 mL, τα οποία απορρίπτουμε στα απόβλητα και στη συνέχεια συλλέγουμε 10 mL σε φυγοκεντρικό σωλήνα των 10 mL.
- 3) Εκπλένουμε τη στήλη με 20 mL απιονισμένο νερό και στη συνέχεια με 5 mL από το άγνωστο δείγμα μας. Στη συνέχεια συλλέγουμε 10 mL δείγματος σε φυγοκεντρικό σωλήνα των 15 mL.
- 4) Στα πρότυπα και στο δείγμα προσθέτουμε 1 ml σουλφανιλαμίδιο, ανακινούμε, μετά 1 ml ναφθυλ-αιθυλαίνο διαμίνη και αφήνουμε 20 min.
- 5) Η απορρόφηση μετρείται σε φωτόμετρο, στα 543 nm, σε κυψελίδα 1cm με τη διαδικασία που αναφέρθηκε στα νιτρώδη.

ΚΕΙΜΕΝΟ 5

«ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΕΣ»

A. ΘΕΩΡΙΑ

Καταρχήν οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται οι φυτικές χρωστικές ουσίες είναι οι χλωροφύλλες, τα καροτένια, οι ξανθοφύλλες και οι βιλιπρωτεΐνες. Στις χλωροφύλλες περιλαμβάνονται οι ενώσεις χλωροφύλλη –a, χλωροφύλλη –b, χλωροφύλλη –c₁, χλωροφύλλη-c₂, χλωροφύλλη-c₃, διβυνιλοχλωροφύλλη-a, διβυνιλοχλωροφύλλη-b. Στα καροτένια ανήκει το α-καροτένιο, το β-καροτένιο, το γ-καροτένιο, το ε-καροτένιο και το λυκοπένιο.

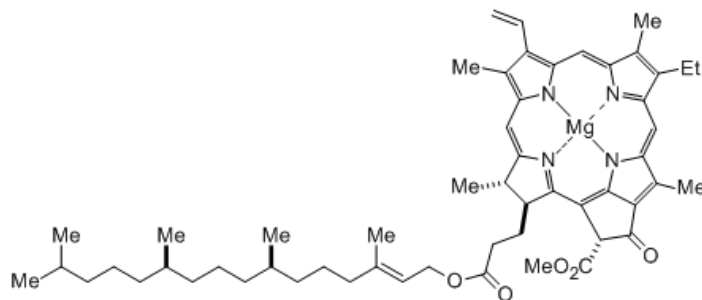
Όσον αφορά στις ξανθοφύλλες, είναι η μεγαλύτερη κατηγορία, καθώς περιλαμβάνει 25 ενώσεις. Αυτές είναι η αλλοξανθίνη, ανθεραξανθίνη, αστραξανθίνη, 19 βουτανιλοξυφουκοξανθίνη, κανθαροξανθίνη, κροκοξανθίνη, διαδινοξανθίνη, διατοξανθίνη, δινοξανθίνη, σιφονείνη, σιφοναξανθίνη, μοναδοξανθίνη, νεοξανθίνη, λουτεΐνη, περιδίνη, περιδινινόλη, πρασινοξανθίνη, πυροξανθίνη, εστέρας βοχεριαξανθίνης, βιολαξανθίνη, ζεαξανθίνη, βουκοξανθίνη, φουκοξανθίνη, 19 εξανοιλοξυφουκοξανθίνη, εχινενόνη. Τέλος, στις βιλιπρωτεΐνες ανήκουν η αλλοφυκοκυανίνη, φυκοκυανίνη και η φυκοερυθρίνη. Οι πιο σημαντικές χρωστικές είναι οι χλωροφύλλες, τα καροτένια και από τις ξανθοφύλλες η διαδινοξανθίνη, φουκοξανθίνη, λουτεΐνη, βιολαξανθίνη, ζεαξανθίνη.[60]

Η αναλογία των φυτικών χρωστικών σε μία θαλάσσια περιοχή εξαρτάται από τα είδη φυτοπλαγκτού που επικρατούν. Το φυτοπλαγκτόν και τα μακροφύκη χρησιμοποιούν χλωροφύλλες και καροτενοειδή ως κύριους και δευτερεύοντες δείκτες φωτός στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Οι συγκεκριμένες χρωστικές ουσίες μεταφέρουν φωτεινή ενέργεια στα φωτοδραστικά κέντρα και τη μετατρέπουν σε χημική ενέργεια. Είναι λοιπόν φανερό ότι προκαλούν οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. Ο προσδιορισμός των φυτικών χρωστικών σε θαλάσσια δείγματα δίνει πληροφορίες για τον πληθυσμό του

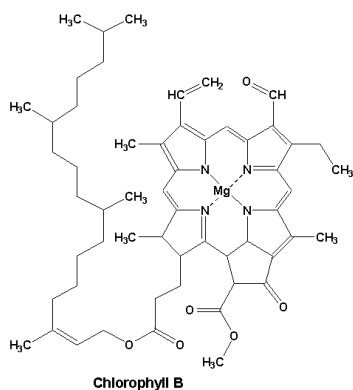
φυτοπλαγκτού μίας θαλάσσιας περιοχής, ο οποίος επηρεάζει ολόκληρη τη θαλάσσια ζωή, αφού βρίσκεται στο πρώτο επίπεδο της τροφικής αλυσίδας.[60]

Στο εργαστήριο θα προσδιοριστούν οι συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών σε ένα υδατικό δείγμα της λιμνοθάλασσας την οποία επισκέφτηκαν οι μαθητές. Πριν από την παρουσίαση της αρχής μεθόδου του πειράματος, πρέπει να αναφερθεί ότι η χλωροφύλλη είναι δείκτης βιομάζας του φυτοπλαγκτού και της ποιότητας του νερού και ο ποσοτικός προσδιορισμός της συγκεντρώσής της σε υδατικά δείγματα έχει ως στόχο την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων μαζών.[58] Επίσης, είναι γνωστό ότι στα θαλάσσια οικοσυστήματα οι διάφοροι τύποι χλωροφυλλών αποτελούν τις βασικές φυτικές χρωστικές με σπουδαίο ρόλο στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Όσον αφορά στη δομή τους, οι χλωροφύλλες είναι κυκλικές τετραπυρόλες με ένα άτομο Mg στο κέντρο του δακτυλίου. Στις εικόνες 5.1-5.4 απεικονίζονται οι συντακτικοί τύποι των μορίων των διαφόρων τύπων της χλωροφύλλης. Επιπλέον, πολλά προϊόντα αποικοδόμησης είναι γνωστά, όπως οι φαιοφυτίνες, από το κέντρο του δακτυλίου των οποίων απουσιάζει το άτομο του Mg. Ο συντακτικός τύπος της φαιοφυτίνης-α απεικονίζεται στην εικόνα 5.5.[60,66,61]

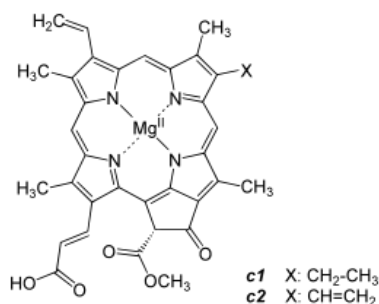


Εικόνα 5.1: χλωροφύλλη-α [<http://www.synarchive.com/syn/24>]



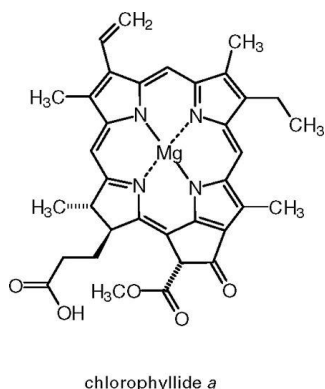
Εικόνα 5.2: χλωροφύλλη-β

[<http://oregonstate.edu/dept/biochem/hhmi/hhmiclasses/bb450/winter2002/ch17/chloropb.htm>]



Εικόνα 5.3: χλωροφύλλη c₁, c₂

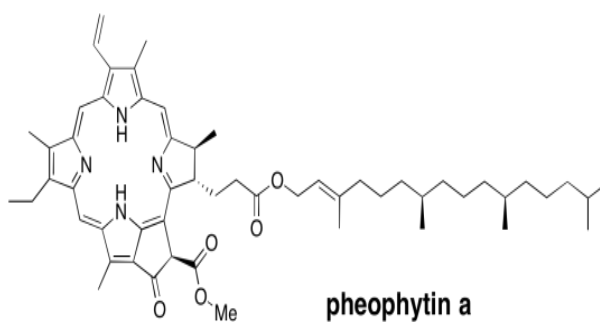
[<https://als.wikipedia.org/wiki/Chlorophyll>]



Εικόνα 5.4: Χλωροφυλλίνη-a

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorophyllide_a.jpg],

<https://employees.csbsju.edu/cschaller/Reactivity/photosynth/PSet.htm>]



Εικόνα 5.5: Φαιοφυτίνη-a

Όσον αφορά την παρουσία των χλωροφυλλών στη φύση, είναι γνωστό ότι η χλωροφύλλη –a βρίσκεται σε όλα τα φυτά και επιπλέον συνιστά το 1-2% της ξηρής μάζας των πλαγκτονικών φυκών (algae). Η χλωροφύλλη –b συναντάται κυρίως σε χερσαία φυτά και πράσινα φύκη και η χλωροφύλλη –c₁ και η c₂ σε φαιοφύκη και διάτομα. Ο πίνακας 5.1 δίνει πληροφορίες για την παρουσία φυτικών χρωστικών σε φυτικούς οργανισμούς.

Πίνακας 5.1: Φυτικές χρωστικές στο φυσικό περιβάλλον

ΧΡΩΣΤΙΚΗ	ΠΑΡΟΥΣΙΑ
Χλωροφύλλη-a	Όλα τα φωτοσυνθετικά βακτήρια (εκτός από τα προχλωρόφυτα) και φυτά
Χλωροφύλλη-b	Φυτά, πρασινοβακτήρια, συμβιωτικά προχλωρόφυτα
Χλωροφύλλη-c (6 μέλη)	Χρωμοφύκη, θαλάσσια φύκη
Χλωροφυλλίνη-a	Γηρασμένοι ιστοί, διάτομα centrales, ζωοπλαγκτονικές πελέτες
Χλωροφυλλίνη-b	Γηρασμένοι ιστοί, ζωοπλαγκτονικές περιττωματικές πελέτες
Φαιοφυτίνη-a	Φωτοσυνθετικά κέντρα μεγάλων φυτών, υπολλείμματα φυκών και φυτών
Φαιοφυτίνη-b	Υπολλείμματα χερσαίων φυτών, περιττωματικές πελέτες πρωτόζωων
Φαιοφορβίδιο-a	Υπολλείμματα θαλασσίων φυτών, περιττωματικές πελέτες πρωτόζωων και φυτοπλαγκτόν

Φαιοφορβιδιο-b	Υπολλείμματα χερσαίων φυτών, περιττωματικές πελέτες πρωτόζωων
----------------	--

Όσον αφορά στα πρότυπα συγκέντρωσης των διαφόρων τύπων χλωροφυλλών, γενικά δεν υπάρχουν. Όμως η Αμερική, η Ευρώπη και η Ρωσία έχουν θεσπίσει κάποια πρότυπα, σχετικά με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-a σε διάφορους τύπους υδάτων. Ο πίνακας 5.2 δείχνει τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-a σε διάφορες κατηγορίες υδάτων, σύμφωνα με τη Αμερική, την Ευρώπη και τη Ρωσία.[58]Τέλος, δορυφορικές φωτογραφίες από ειδικά συστήματα απεικονίζουν τις διακυμάνσεις των χλωροφυλλών στην επιφάνεια της θάλασσας, κυρίως ανοιχτών θαλάσσιων περιοχών. [59]

Πίνακας 5.2: Συγκέντρωση χλωροφύλλης-a (μg/L) και επίπεδα ευτροφισμού[58]

Επίπεδα ευτροφισμού					
<i>Πολύ χαμηλό</i>	<i>χαμηλό</i>	<i>μέτριο</i>	<i>υψηλό</i>	<i>Πολύ υψηλό</i>	
Οικολογικές(trophic) συνθήκες					
<i>Ultra-ολιγοτροφικό</i>	<i>ολιγοτροφικό</i>	<i>μεσοτροφικό</i>	<i>ευτροφικό</i>	<i>υπερευτροφικό</i>	<i>Περιοχή</i>
0.01-0.5	0.3-3.0	2-1	10-500	-	Αμερική
≤ 1.0	≤ 2.5	2.0-8.0	8-25	≥ 25	Ευρώπη
0.01-0.1	0.1-1.0	1.0-10	>10	>100	Ρωσία

B. ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Τα βήματα τα οποία ακολουθούνται από τη συλλογή υδατικού δείγματος μέχρι την ανάλυσή τους στο εργαστήριο και τον προσδιορισμό χλωροφυλλών σε αυτό, είναι τα παρακάτω:

1) **Δειγματοληψία.** Τα υδατικά δείγματα στα οποία θα προσδιοριστούν οι συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών, συλλέγονται σε αδιαφανείς ή σκουρόχρωμες φιάλες, στις οποίες έχει προσημειωθεί ο όγκος του δείγματος που θα συλλεχθεί. Αυτές πρέπει να είναι πολύ καλά πλυμένες με σαπουνόνερο, αποσταγμένο νερό και ακετόνη πριν τη συλλογή νερού και επίσης, πριν από την τοποθέτηση του δείγματος να έχουν πλυθεί με μία μικρή ποσότητα από αυτό. Επίσης, το δείγμα, πριν από την τοποθέτησή του στη φιάλη, πρέπει να έχει περάσει από δίχτυ νάυλον μεγέθους οπών 100-150 nm για την απομάκρυνση του μακροζωοπλαγκτόν. Οι φιάλες φυλάσσονται μακριά από φως και θερμότητα μέχρι τον πειραματικό προσδιορισμό της συγκέντρωσης των φυτικών χρωστικών σε αυτές. Τέλος, το υλικό κατασκευής τους δεν επηρεάζει τον προσδιορισμό.

Η συλλογή του υδατικού δείγματος από τους μαθητές γίνεται σε σκουρόχρωμη φιάλη, ακολουθεί επί τόπου διήθηση με πτυχωτό ηθμό και στη συνέχεια, αφού μετρηθεί

ο όγκος του διηθήματος, ο ηθμός τοποθετείται σε πλαστικό τριβλίο μέσα στο φορητό ψυγείο και μετά στην κατάψυξη μέχρι να πραγματοποιηθεί η ανάλυσή του στο σχολικό εργαστήριο.[60,66]

2) **Διήθηση.** Για τη διήθηση του δείγματος, χρησιμοποιούνται ηθμοί υάλου (GF/F) ή νιτροκυτταρίνης. Οι πρώτοι είναι οι πιο δημοφιλείς. Το μέγεθος των πόρων του ηθμού πρέπει να είναι 0,2-2 μm ώστε να μπορεί να συγκρατείται το πικοπλαγκτόν και η διήθηση πρέπει να γίνεται το πολύ μέσα σε μία ώρα από τη στιγμή της δειγματοληψίας. Αν αυτό δεν μπορεί να γίνει, τότε τα δείγματα φυλάσσονται σε ψύξη και σε σκοτάδι. Οι ηθμοί που προτιμώνται είναι οι GF/F 0,7 μm διαμέτρου 45mm ή 25mm. Επίσης, για το χειρισμό των ηθμών χρησιμοποιούνται μεταλλικές λαβίδες. Τυχόν ορατό ζωοπλαγκτόν στο φίλτρο αφαιρείται και αυτό με μεταλλική λαβίδα.

Ο χρόνος διήθησης πρέπει να είναι πολύ μικρός και επίσης χρειάζεται προσοχή ώστε να αποφεύγεται το βούλωμα του ηθμού. Εάν υπάρχουν πολλά αιωρούμενα σωματίδια, καλό είναι να χρησιμοποιείται μικρότερος όγκος δείγματος και πολλοί ηθμοί. Τέλος, η πίεση που εφαρμόζεται στον ηθμό πρέπει να είναι μικρή και συγκεκριμένα δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 0,3 bar, για να αποφευχθεί η διάρρηξη των κυττάρων και για να μην τρυπήσει ο ηθμός.[60,66]

3) **Αποθήκευση ηθμού.** Όσον αφορά την αποθήκευση των ηθμών, όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος διατήρησής τους. Σε θερμοκρασία -20°C οι βιοχημικές διεργασίες στο εσωτερικό του κυττάρου συνεχίζονται, αλλά σε χαμηλό ρυθμό. Τα προϊόντα αποσύνθεσης της χλωροφύλλης-a στον ηθμό είναι κυρίως χλωροφυλλίνη-a και διάφορα αλλομερή της. Μετά από 11 μήνες αποθήκευσης, βρέθηκε ότι αποτελούσαν μόνο το 25% των προϊόντων αποσύνθεσης της χλωροφύλλης-a, που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα προϊόντα συνεχίζουν να αποσυντίθενται σε άχρωμα τελικά προϊόντα. Τέλος, οι φαιοφυτίνες δεν σχηματίζονται ποτέ κατά την αποθήκευση ενός ηθμού.

Για μικρής διάρκειας αποθήκευση δεν υπάρχει πρόβλημα στη φασματοφωτομετρική μέτρηση της χλωροφύλλης-a, γιατί τα προϊόντα διάσπασης έχουν φάσμα απορρόφησης παρόμοιο με αυτή, οπότε η αληθής τιμή δεν θα επηρεαστεί σημαντικά. Όταν όμως η αποθήκευση των ηθμών διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε προκύπτουν μεγάλα αρνητικά σφάλματα, λόγω της περαιτέρω μετατροπής των προϊόντων διάσπασης σε άχρωμες ενώσεις. [59]

15) **Εκχύλιση ηθμού.** Η εκχύλιση είναι πολύ αποτελεσματική, όταν πρόκειται για πλαγκτονικά διάτομα και δινομαστιγωτά. Σε κάποιες περιπτώσεις είναι λιγότερο αποτελεσματική, όπως σε μερικά φύκη που είναι προστατευόμενα από πυριτικά κελύφη (βενθικά διάτομα) ή θήκες από πολυσακχαρίτες (νηματοειδή κυανοβακτήρια). Τα κυριότερα εκχυλιστικά που χρησιμοποιούνται είναι η ακετόνη, η μεθανόλη, το διμεθυλοφορμαμίδιο και το διμεθυλοσουλφοξείδιο. Στο πείραμα στο σχολικό εργαστήριο η εκχύλιση θα γίνει με ακετόνη, η οποία θα διαλυτοποιήσει τον ηθμό και τα αιωρούμενα σωματίδια που υπάρχουν.

16) **Φυγοκέντρωση.** Μετά την εκχύλιση, το εκχύλισμα καλό είναι να φυγοκεντρείται αμέσως. Αν όμως αυτό δεν είναι δυνατόν, τότε το δείγμα φυλάσσεται στην κατάψυξη και υπό σκότος μέχρι τη φυγοκέντρωση. Η ίδια η φυγοκέντρωση διαρκεί για 10 min.

17) **Μέτρηση στο φωτόμετρο.** Η διαδικασία για τον αναλυτικό προσδιορισμό των χλωροφυλλών στηρίζεται στην ποσοτική παραλαβή τους από το φυτοπλαγκτόν, το οποίο συγκεντρώνεται μαζί με το υπόλοιπο σωματιδιακό υλικό κατά τη διήθηση των δειγμάτων του νερού. Οι χλωροφύλλες απορροφούν σε δύο εύρη μήκους κύματος. Το ένα είναι στο κυανό τμήμα του ορατού (< 460 nm) και το άλλο στο ερυθρό (630-670 nm). Ωστόσο, η χρήση του ερυθρού είναι επιβεβλημένη, γιατί τα καροτένια που συνεκχυλίζονται έχουν ισχυρή απορρόφηση στο κυανό τμήμα του ορατού.

Η μέθοδος προσδιορισμού χλωροφυλλών στο υδατικό δείγμα που συνέλλεξαν οι μαθητές είναι η τριχρωματική φασματοφωτομετρική μέθοδος, σύμφωνα με την οποία, η απορρόφηση μετράται σε τρία μήκη κύματος, στα 665nm, 645nm και 630nm και στα 750nm για το τυφλό. Δυστυχώς όμως, κάποια προϊόντα αποικοδόμησης των χλωροφυλλών έχουν φωτομετρικά χαρακτηριστικά κοντά στις χλωροφύλλες. Για παράδειγμα, οι χλωροφυλλίνες στο ερυθρό τμήμα του ορατού είναι τόσο κοντά στις χλωροφύλλες, που δεν γίνεται να διαφοροποιηθούν. Οι φαιοχρωστικές -a και -b έχουν και αυτές παρόμοιο φάσμα με τις χλωροφύλλες.

Η κυψελίδα που θα χρησιμοποιηθεί έχει οπτική διαδρομή 5 cm. Οι απορροφήσεις εφαρμόζονται σε ένα σετ τριών εξισώσεων, των Jeffrey και Humphrey (1975) μέσω των οποίων υπολογίζεται η συγκέντρωση των τριών χλωροφυλλών, μετρημένη σε mgm⁻³:

$$[\text{χλωροφύλλη-a}] = (11,85 * (E_{664} - E_{750}) - 1,54 * (E_{647} - E_{750}) - 0,08 * (E_{630} - E_{750})) * V_e / (L * V_f)$$

$$[\text{χλωροφύλλη-b}] = (-5,43 * (E_{664} - E_{750}) + 21,03 * (E_{647} - E_{750}) - 2,66 * (E_{630} - E_{750})) * V_e / (L * V_f)$$

$$[\text{χλωροφύλλη-c}] = (-1,67 * (E_{664} - E_{750}) - 7,60 * (E_{647} - E_{750}) + 24,52 * (E_{630} - E_{750})) * V_e / (L * V_f)$$

Όπου:

L: η οπτική διαδρομή της κυψελίδας, V_e : ο όγκος εκχυλίσματος (σε mL), V_f : ο όγκος δείγματος που εκχυλίστηκε (σε L), E: οι απορροφήσεις στα μήκη κύματος που καταγράφονται κάτω δεξιά ως δείκτες.[60,61,66]

Όσον αφορά τα πιθανά σφάλματα, καταρχήν η συγκέντρωση χλωροφύλλης-a από την τριχρωματική μέθοδο, συνήθως υπερεκτιμάται, λόγω της ύπαρξης φαιοφυτίνης-a. Έτσι, είναι απαραίτητη η διόρθωση μέσω της μονοχρωματικής μεθόδου, κατά την οποία προστίθεται πυκνό HCl, ώστε να μην προκύψει σφάλμα. Μία άλλη αιτία σφάλματος είναι η παρουσία και άλλων χρωστικών από χερσαία είδη φυτοπλαγκτού, τα οποία που μεταφέρθηκαν στο υδάτινο οικοσύστημα από τον άνεμο ή τα ποτάμια. Μία τρίτη αιτία σφάλματος είναι η αποδόμηση των χρωστικών που είναι πολύ πιθανό να συμβεί. Τέλος, υπάρχει και το σφάλμα λόγω του γεγονότος ότι μπορεί να μην έχει γίνει πλήρης εκχύλιση και παραλαβή των χρωστικών με την ακετόνη.[59]

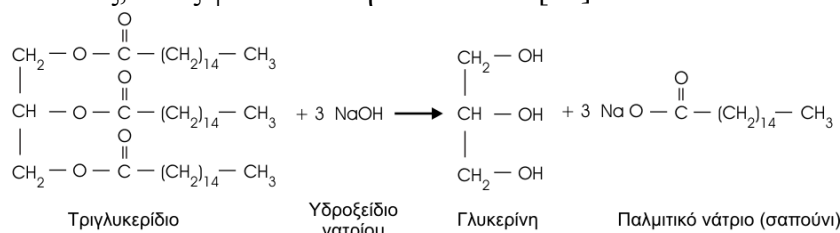
ΚΕΙΜΕΝΟ 6

«ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ»

Ο καθαρισμός του σώματος, των ενδυμάτων, των σκευών και των χώρων εργασίας και κατοικίας, πρέπει να γίνεται τακτικά. Οι σάπωνες και τα βιομηχανικά απορρυπαντικά απομακρύνουν τους πρόσφατους και τους παλιούς ρύπους των

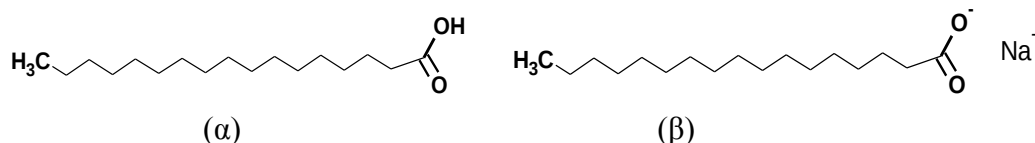
επιφανειών διαφόρων υλικών. Πάνω στις επιφάνειες οι ρύποι έλκονται με δυνάμεις Coulomb ή van der Waals ή είναι ισχυρά προσροφημένοι ή εγκλωβισμένοι σε αυτές. Όσον αφορά στις συγκεντρώσεις τους, κυμαίνονται από πολύ μικρές μέχρι σημαντικά μεγάλες και μάλιστα κάποιοι ρύποι μπορεί να έχουν υποστεί χημική αλλοίωση πάνω στις επιφάνειες.

Τα πρώτα υλικά καθαρισμού ήταν οι σάπωνες, δηλαδή άλατα λιπαρών οξέων με νάτριο ή κάλιο που παρασκευάζονται με αλκαλική υδρόλυση των τριγλυκεριδίων, δηλαδή λιπών ή ελαίων με ταυτόχρονη παραγωγή γλυκερίνης, η οποία τις περισσότερες φορές απομακρύνεται, όμως σε μερικές κατηγορίες σαπώνων ενσωματώνεται στο τελικό προϊόν. Κατά την αλκαλική αντίδραση του στεατικού τριγλυκεριδίου παράγεται στεατικό νάτριο ή παλμιτικό νάτριο ή ελαϊκό νάτριο, μίγματα των οποίων συνιστούν τους κοινούς σάπωνες, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.1.[67].



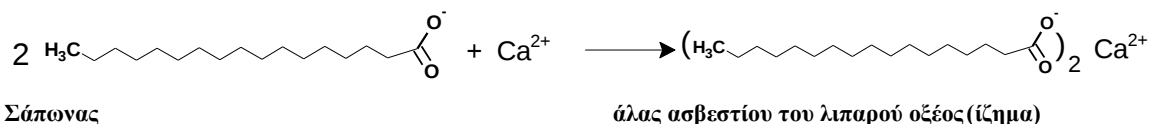
Εικόνα 6.1 : Παρασκευή σαπουνιού [Wikipedia, Louisiana, Technical University]

Η διαφορά μεταξύ λιπαρού οξέος και άλατος λιπαρού οξέος είναι ότι στο πρώτο η καρβοξυλική ομάδα είναι ηλεκτρικά ουδέτερη, ενώ στο άλας του είναι φορτισμένη αρνητικά και έτσι το φορτίο της προσδίδει πολικότητα(εικόνα 6.2):



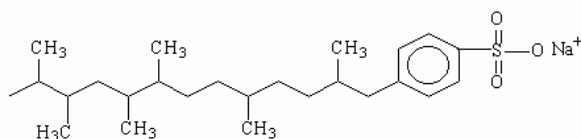
Εικόνα 6.2: (α)λιπαρό οξύ, (β)άλας λιπαρού οξέος (σάπωνας) [68]

Τα διαλύματα των κοινών σαπουνιών είναι αλκαλικά, γιατί τα λιπαρά οξέα είναι ασθενή οξέα. Σε ουδέτερο ή όξινο περιβάλλον περιορίζεται η διάσταση του σαπουνιού και έτσι μειώνεται η απορρυπαντική του δράση. Η κυριότερη παρεμπόδιση της απορρυπαντικής δράσης όμως είναι η υψηλή σκληρότητα του νερού, όπου διάφορα δισθενή ιόντα (Ca^{2+} , Mg^{2+}) σχηματίζουν δυσδιάλυτα ιζήματα λιπαρών οξέων μέσω μίας ιοντικής αντίδρασης, όπως είναι η:



Στη συνέχεια, αυτά τα άλατα αποτίθενται στις επιφάνειες που πρόκειται να καθαριστούν.[68] Για τη δέσμευση και την απομάκρυνση αυτών των ιόντων χρησιμοποιείται ανθρακικό νάτριο(Na_2CO_3) ή μεταπυριτικό νάτριο ή ουδέτερο φωσφορικό νάτριο (Na_3PO_4). Όλες αυτές οι ενώσεις βέβαια είναι αλκαλικές και το pH του νερού μπορεί να φτάσει το 12, οπότε επιδρούν δυσμενώς στο δέρμα και στις

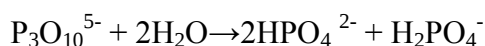
επιφάνειες υλικών. Για να αντιμετωπιστούν τα μειονεκτήματα της χρήσης των κοινών σαπουνιών, από τις αρχές της δεκαετίας του 1940 άρχισε να χρησιμοποιείται το αλκυλο-βενζολο-σουλφονικό νάτριο (ABS), του οποίου ο συντακτικός τύπος φαίνεται στην εικόνα 6.3.



Εικόνα 6.3: χημική δομή του ABS

[http://jan.ucc.nau.edu/~doetqp-p/courses/env440/env440_2/lectures/lec22/lec22.html]

Ως πολική ομάδα χρησιμοποιείται η σουλφονική ομάδα, που είναι λιγότερο βασική από την καρβοξυλική και δεν σχηματίζει δυσδιάλυτα άλατα με τα ιόντα του σκληρού νερού, οπότε η απορρυπαντική δράση επιτυγχάνεται και σε χαμηλότερες τιμές pH. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι κάποιες ουσίες, που αρχικά θεωρούνταν αδρανείς, συνεργούν στην απορρυπαντική δράση του ABS. Οι ενώσεις αυτές λέγονται προσθετικά και είναι το πυροφωσφορικό νάτριο και το τριπολυφωσφορικό νάτριο. Με υδρόλυσή τους παρέχουν φωσφορικά, τα οποία όμως μπορούν να προκαλέσουν ευτροφισμό σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, πρόβλημα που υπάρχει μέχρι σήμερα. Η χημική αντίδραση υδρόλυσης είναι η:

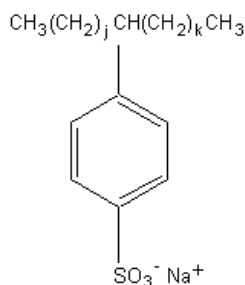


Οι μεγάλες ποσότητες φωσφορικών ιόντων σε ένα υδάτινο οικοσύστημα προκαλούν ευτροφισμό, πρόβλημα που υπάρχει μέχρι σήμερα. Έτσι, με την ταχύτατη εξάπλωση του ABS δημιουργήθηκαν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος ιδιαίτερα ορατά σε λίμνες και ποτάμια της Β. Αμερικής, ήδη από το 1950 και το 1960 όπου παρατηρήθηκε συσσώρευση του ABS και μόνιμος αφρισμός των υδάτων στα σημεία όπου κατέληγαν λύματα πόλεων και απόβλητα που περιείχαν αυτό το απορρυπαντικό. Η αιτία ήταν η μη βιοαποικοδομήσιμη διακλαδισμένη αλυσίδα του σαπουνιού. Δηλαδή, τα ένζυμα των μικροοργανισμών των οποίων ο ρόλος είναι η διάσπαση της διακλαδισμένης αλυσίδας των σαπουνιών, δεν μπορούσαν να διασπάσουν την αντίστοιχη του ABS. Αυτό είχε αρνητικές συνέπειες προς τη βιοκοινωνία, λόγω της παρεμπόδισης επιτυχούς οξυγόνωσης και άλλων βιοχημικών μηχανισμών.[67]

Έτσι, η έρευνα στράφηκε προς τη σύνθεση βιοαποικοδομήσιμων μορίων και το 1965 παρουσιάστηκαν στην αγορά μόρια με ευθύγραμμη αλυσίδα, παράγωγα του βενζολίου, τα LAS (linear alkylbenzene sulfonate). Τα LAS είναι ανιοντικές επιφανειοδραστικές ουσίες, που η κάθε μία αποτελείται από έναν αρωματικό δακτύλιο, που στην παρα θέση έχει την ομάδα SO_3^- και μία γραμμική αλκυλική αλυσίδα σε οποιαδήποτε θέση εκτός από τους ακριανούς άνθρακες. [69,70]

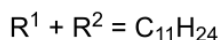
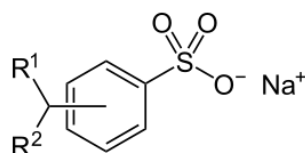
Στα LAS η γραμμική ανθρακική αλυσίδα έχει 10-14 άτομα άνθρακα. Η δομή του C_{12} -LAS φαίνεται στην εικόνα 6.4. Το εμπορικό las αποτελείται πάνω από 20 συστατικά και επιπλέον τα διάφορα ισομερή, που οφείλονται στο διαφορετικό μήκος της ανθρακικής αλυσίδας και στη διαφορετική θέση του δακτυλίου ως προς την ανθρακική αλυσίδα,

είναι αυτά που δίνουν τις διαφορετικές ιδιότητες σε κάθε ένα απορρυπαντικό και καθαριστικό.[69]



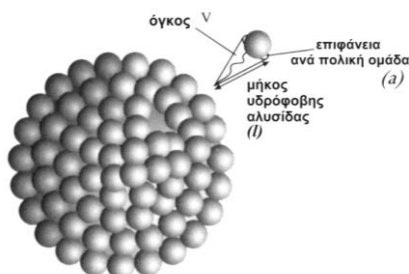
Εικόνα 6.4: las [<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc169.htm>]

Ο κυριότερος εκπρόσωπος των LAS είναι το α-δωδεκανο-βενζολοσουλφονικό νάτριο (α-dodecane benzenesulfonate, DBS), του οποίου ο χημικός τύπος φαίνεται στην εικόνα 6.5. Το DBS είναι περισσότερο βιοαποικοδομήσιμο από το ABS, λόγω της ευθείας ανθρακικής αλυσίδας. Η πολική ομάδα είναι και εδώ η σουλφονική. Έτσι, αυτά τα νεότερα απορρυπαντικά μείωσαν τα φαινόμενα του μόνιμου αφρισμού. [67]



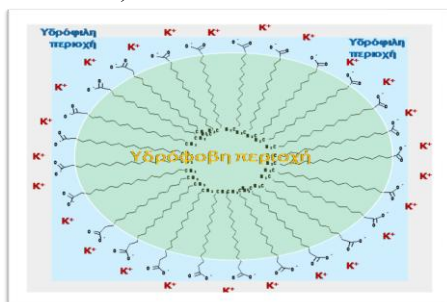
Εικόνα 6.5: sodium decylbenzenesulfonate

Τώρα θα γίνει η περιγραφή του μηχανισμού της απορρυπαντικής δράσης των σαπουνιών και των απορρυπαντικών. Καταρχήν η απορρυπαντική δράση οφείλεται στη δομή τους. Πιο συγκεκριμένα, ένα μόριο αποτελείται από μία ανθρακική αλυσίδα μεγάλου σχετικά μήκους (11-17 άνθρακες), η οποία λόγω της χαμηλής πολικότητάς της είναι υδρόφοβη και από το καρβοξυλικό ανιόν, που λόγω του φορτίου του είναι πολικό και επομένως αρκετά υδρόφιλο. Έτσι, το μόριο είναι αμφίφιλο, άρα τασιενεργό. Όταν τα αμφίφιλα μόρια βρεθούν στο νερό, οργανώνονται σε σφαιρικές δομές, που λέγονται μικκύλια(εικόνα 6.6). [68]



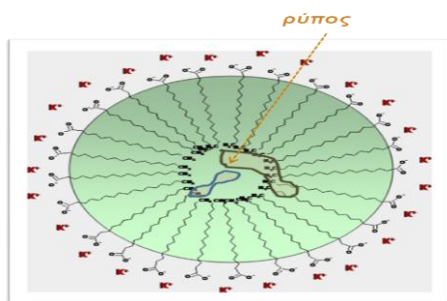
Εικόνα 6.6: τρισδιάστατη σχηματική απεικόνιση ενός σφαιρικού μικκυλίου[68]

Επομένως, μέσα στο νερό όλα τα μόρια του σάπωνα συνοστίζουν τις ανθρακικές αλυσίδες στο εσωτερικό των μικκυλίων και τις πολικές ομάδες προς τα έξω, προς τη μεριά του νερού δηλαδή (εικόνα 6.7).



Εικόνα 6.7: μικύλιο από σάπωνες παλμιτικού καλίου σε υδατικό περιβάλλον[68]

Όταν το υδατικό σύστημα των μικκυλίων ενός σάπωνα έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια που φέρει τους υδρόφοβους ρύπους, όπως λίπη και έλαια, αυτοί παγιδεύονται από τα σφαιρικά μικκύλια και διαλύονται στο εσωτερικό τους (εικόνα 6.8).

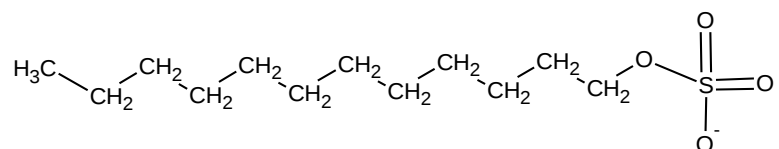


Εικόνα 6.8: οι ρύποι παγιδεύονται στο εσωτερικό του μικκυλίου[68]

Έτσι οι ρύποι αποχωρίζονται από μία επιφάνεια. Στη συνέχεια, απομακρύνονται με τη χρήση περίσσειας νερού. Αυτό συμβαίνει, γιατί το μικκύλιο με τον εγκλωβισμένο ρύπο έχει υδρόφιλη συμπεριφορά λόγω του εξωτερικού του και έτσι, σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια νερού. Έτσι, αυτό το σύμπλεγμα μεταφέρεται στην υδατική φάση ως γαλάκτωμα και απομακρύνεται.

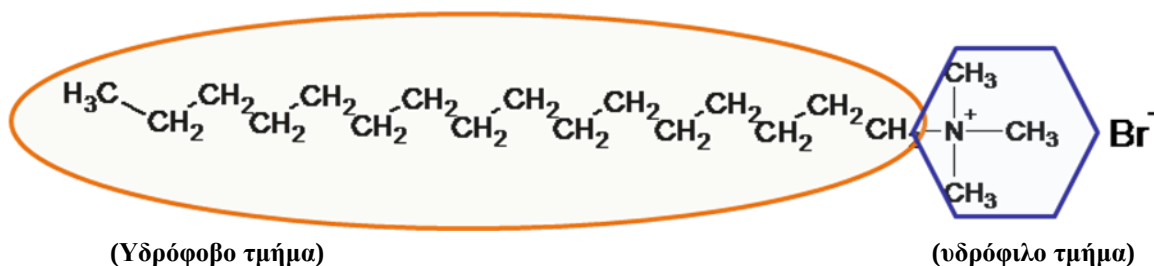
Τα υλικά που είναι τασιενεργά είναι οι σάπωνες και τα εμπορικά απορρυπαντικά, τα οποία είναι συνθετικά τασιενεργά μόρια. Τα συνθετικά τασιενεργά μόρια, ανάλογα με το φορτίο της πολικής τους ομάδας, διακρίνονται σε ανιοντικά τασιενεργά, κατιοντικά τασιενεργά και τα μη ιοντικά(ουδέτερα) τασιενεργά.[68]

Στα ανιοντικά τασιενεργά η πολική ομάδα είναι φορτισμένη αρνητικά, δηλαδή είναι ένα ανιόν. Ένα παράδειγμα είναι το δωδέκυλο-θειικό νάτριο (sodium dodecyl sulfate, SDS), του οποίου ο συντακτικός τύπος είναι:

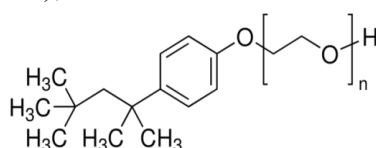


Στα κατιοντικά τασιενεργά η πολική ομάδα είναι φορτισμένη θετικά, δηλαδή είναι κατιόν. Ένα παράδειγμα είναι το βρωμιούχο άλας του δεκαεξυλο-τριμεθυλαμμωνίου

(hexadecyl-trimethylammonium bromide, HTAB), του οποίου ο συντακτικός τύπος είναι:



Τέλος, στα μη ιοντικά τασιενεργά, η πολική ομάδα είναι ηλεκτρικά ουδέτερη και συνήθως είναι ένα υδροξύλιο, σε συνδυασμό με αιθερικά οξυγόνο. [68] Ένα παράδειγμα είναι το Tritonc-X100: 4- (1,1,3,3-tetramethylbutyl-phenyl-polyethylene glycol, T-octylphenoxy-poly-ethoxyethanol), του οποίου ο συντακτικός τύπος είναι:

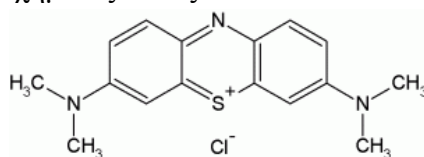


B. ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η μέθοδος στηρίζεται στο ότι η κατιονική χρωστική του κυανού του μεθυλενίου (MBAS)(methylene blue active substance) σχηματίζει κυανά άλατα με τις ανιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες, τα οποία εκχυλίζονται με χλωροφόρμιο. Για να αποφευχθούν παρεμποδίσσεις, η εκχύλιση πραγματοποιείται σε ρυθμιστικό διάλυμα. Η απορρόφηση της διαχωριζόμενης οργανικής φάσης προσδιορίζεται φωτομετρικώς στο μήκος κύματος μέγιστης απορρόφησης 650 nm. [62,71]

Ο προσδιορισμός στο εργαστήριο περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- 1) Στη διαχωριστική χοάνη με το δείγμα, προσθέτουμε φαινολοφθαλείνη και μετά NaOH 1N, μέχρι να γίνει ροζ το διάλυμα, μετά H₂SO₄ μέχρι να γίνει αποχρωματισμός. Αυτό το στάδιο έχει ως στόχο τη ρύθμιση του pH του διαλύματος.
- 2) Προσθέτουμε CH₃Cl και κυανό του μεθυλενίου. Το κυανό του μεθυλενίου διαλύεται στο νερό. Στην εικόνα φαίνεται ο χημικός τύπος του:



- 3) Εμφανίζονται δύο φάσεις. Η επάνω είναι η υδατική και η κάτω είναι η οργανική. Το μπλε χρώμα στην οργανική στιβάδα οφείλεται στο ότι έχουν σχηματιστεί σύμπλοκα του κυανού του μεθυλενίου με τα I_{as}. Εάν εμφανιστεί μπλε χρώμα στην υδατική στιβάδα, σημαίνει ότι έχουν περισσέψει κάποια ml του κυανού του μεθυλενίου.
- 4) Παραλαμβάνουμε την οργανική στιβάδα σε ποτήρι ζέσεως.
- 5) Στη χοάνη προσθέτουμε και πάλι CH₃Cl και επαναλαμβάνουμε την εκχύλιση.
- 6) Την οργανική στιβάδα τη ρίχνουμε και αυτή στο ίδιο ποτήρι ζέσεως.
- 7) Το περιεχόμενο του ποτηριού το βάζουμε στη χοάνη, κάνουμε εκχύλιση με CH₃Cl και την οργανική στιβάδα τη βάζουμε σε ογκομετρική φιάλη.

8) Γίνεται μέτρηση με φωτόμετρο στα 652nm.

$A = \dots\dots\dots$

9) Φτιάχνεται η καμπύλη αναφοράς, από την οποία υπολογίζεται η συγκέντρωση του δωδεκυλοβενζολοσουλφονικού νατρίου στο άγνωστο δείγμα. [62]

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ(mg/L)	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ
0	$A_1 = \dots\dots\dots$
1	$A_2 = \dots\dots\dots$
2	$A_3 = \dots\dots\dots$

Συγκέντρωση ουσίας: $C = \dots\dots\dots \text{mg/L}$

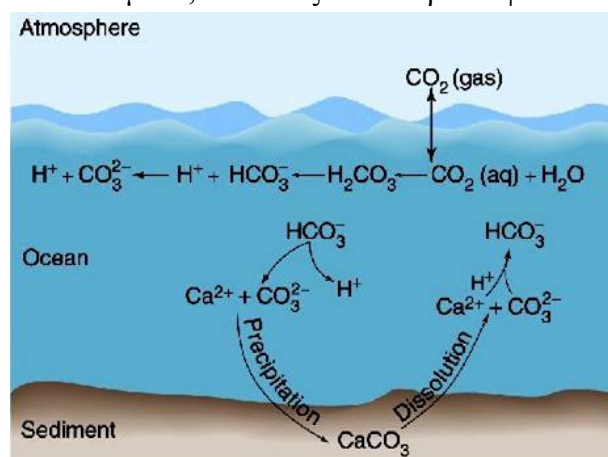
ΚΕΙΜΕΝΟ 7

«ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ ΣΕ ΙΖΗΜΑΤΑ»

Α. ΘΕΩΡΙΑ

Καταρχήν ο άνθρακας ενός δείγματος μπορεί να είναι οργανικός (OC) ή ανόργανος (IC). Η έννοια του οργανικού άνθρακα περιλαμβάνει όλες τις οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε ένα δείγμα. Ο ανόργανος άνθρακας είναι τα ανθρακικά και τα όξινα ανθρακικά ιόντα, καθώς και τα άλατά τους. [63] Ο οργανικός άνθρακας μπορεί να προσδιοριστεί σε όλες τις φάσεις του θαλάσσιου συστήματος, δηλαδή ως διαλυτός οργανικός άνθρακας (DOC- dissolved Organic Carbon) ή σωματιδιακός οργανικός άνθρακας (POC- Particulate Organic Carbon). Το άθροισμα των δύο αυτών μορφών ορίζεται ως ολικός οργανικός άνθρακας (TOC- Total Organic Carbon). Έτσι, ισχύει ότι $\text{TOC} = \text{DOC} + \text{POC}$.

Επίσης, ως ολικός άνθρακας στη διαλυτή φάση ορίζεται το άθροισμα του διαλυτού οργανικού άνθρακα (DOC-Dissolved Organic Carbon) και του διαλυτού ανόργανου άνθρακα (DIS-Dissolved Inorganic Carbon). Σε υδάτινο οικοσύστημα, στην υδάτινη στήλη και στα ιζήματα του πυθμένα, ο κύκλος του άνθρακα φαίνεται στην εικόνα 7.1.



Εικόνα 7.1: κύκλος του άνθρακα στο θαλασσινό νερό και πυθμένα

Η ποσότητα του οργανικού άνθρακα σε ένα θαλάσσιο σύστημα είναι ένα μέτρο του συνολικού φορτίου σε οργανικές ενώσεις, που μπορεί να έχει φυσική ή ανθρωπογενή προέλευση. Στις φυσικές δραστηριότητες ανήκουν η βιολογική δραστηριότητα των θαλάσσιων οργανισμών, η αποσύνθεση και οι υποθαλάσσιες αναβλύσεις πετρελαίου. Στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες ανήκουν η ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα, τα αστικά λύματα, οι μεταφορές και τα ατυχήματα. Παραδείγματα οργανικών ενώσεων είναι αμινοξέα, οι πρωτεΐνες, τα φωσφολιπίδια, τα λίπη, οι πολυσακχαρίτες και οι χουμικές ενώσεις. Οι χουμικές ενώσεις είναι φυσικά πολυμερή μεγάλου μοριακού βάρους, που δεν μπορούν να διασπαστούν περεταίρω με βιολογική διαδικασία.[52]

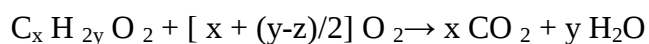
Η οργανική ύλη υφίσταται διαρκείς φυσικές και χημικές αλλαγές, ως αποτέλεσμα των διαδικασιών της αποσύνθεσης και της ανοργανοποίησης, των οποίων τα τελικά προϊόντα είναι CO_2 , H_2O , ανόργανα και οργανικά οξέα και θρεπτικά. Τα θρεπτικά συστατικά χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των φυτών. Η οργανική ύλη είναι συχνά δείκτης γονιμότητας του εδάφους. Το ποσοστό της οργανικής ύλης είναι μικρότερο από 1% στα νωπά εδάφη και φτάνει το 90% σε εδάφη με τύρφη, όπως αυτά που είναι κοντά σε ορυχεία. Τα ορυκτά εδάφη περιέχουν από 1% έως 20% οργανική ύλη. Ένα γόνιμο, εύφορο έδαφος με άργιλο, έχει περίπου 5% οργανικού υλικού. Μικρές ποσότητες οργανικής ύλης συναντώνται σε εδάφη περιοχών ζεστού και ξηρού κλίματος, ενώ μεγάλες ποσότητες υπάρχουν σε κρύα και υγρά κλίματα. Γενικά, εδάφη στα οποία το ποσοστό οργανικής ύλης είναι υψηλό, είναι πιο γόνιμα σε σχέση με εκείνα, όπου το αντίστοιχο ποσοστό είναι χαμηλό. Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και με τις πρακτικές διαχείρισης, διαμορφώνεται και το επίπεδο οργανικού υλικού των εδαφών.

Η οργανική ύλη είναι η κύρια πηγή τροφής και ενέργειας για τους μικροοργανισμούς του εδάφους και των ιζημάτων. Αυτοί οι οργανισμοί συμμετέχουν σε πολλές βιοχημικές διεργασίες, όπως είναι οι κύκλοι των θρεπτικών.[52]

Γενικά, ο προσδιορισμός του ολικού οργανικού άνθρακα (Total Organic Carbon-TOC) σε νερό ή ίζημα δίνει πληροφορίες χρήσιμες για την παραγωγικότητα και την ποιότητα ζωής του υδάτινου οικοσυστήματος. Η ύπαρξη αυξημένων ποσοτήτων οργανικών ενώσεων επηρεάζει τη χημική συμπεριφορά των ανόργανων ενώσεων και στοιχείων. Για παράδειγμα, τα μέταλλα μπορούν να δεσμευτούν στην οργανική ύλη με διάφορους τρόπους, όπως η συμπλοκοποίηση. Ειδικά για τα βαρέα μέταλλα, είναι γνωστό ότι σχηματίζουν σύμπλοκα με τις χουμικές ενώσεις.

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα σε ίζημα, χρησιμοποιείται ένα οξειδωτικό μέσο με το οποίο όλες οι οργανικές ενώσεις οξειδώνονται και μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα και στη συνέχεια αυτό το αέριο προσδιορίζεται φασματοφωτομετρικά στην υπέρυθη περιοχή, αφού εκεί απορροφά. Έτσι, με αυτό τον τρόπο μετράται η ποσότητα του διαλυτού οργανικού άνθρακα(DOC), καθώς και του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα(POC) και οργανικού άνθρακα των ιζημάτων. Όσον αφορά στο σωματιδιακό οργανικό άνθρακα και τον άνθρακα των ιζημάτων, υπάρχει και η οξειδωτική μέθοδος, εκτός από τη φασματοφωτομετρική, την οποία αναλύουμε παρακάτω.

Σε όξινο περιβάλλον οι οργανικές ενώσεις οξειδώνονται και μετατρέπονται σε CO_2 , σύμφωνα με τη χημική αντίδραση:



Αυτή τη χημική αντίδραση τη λαμβάνουμε υπόψιν και στις δύο μεθόδους προσδιορισμού του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα. Όσον αφορά στην οξειδωτική μέθοδο, υπολογίζουμε την ποσότητα του οξειδωτικού που χρησιμοποιήθηκε και από εκεί, την εκατοστιαία περιεκτικότητα του ιζήματος σε οργανικό άνθρακα.

Όσον αφορά στην φασματομετρία, όπως αναφέρθηκε και πριν, γίνεται στο μήκος κύματος της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Στην περιοχή του υπέρυθρου δεν απορροφά ούτε το άζωτο, ούτε το οξυγόνο, αλλά μόνο το διοξείδιο του άνθρακα. Η μεθοδολογία είναι η εξής. Καταρχήν η πηγή του υπέρυθρου παράγει ακτινοβολία, η οποία διασπάται σε δύο δέσμες. Η μία δέσμη περνά από κυψελίδα αναφοράς που περιέχει άζωτο, το οποίο δεν απορροφά στο υπέρυθρο, όπως αναφέραμε. Η άλλη δέσμη περνά από κυψελίδα που περιέχει το διοξείδιο του άνθρακα που έχει προέλθει από τον οργανικό άνθρακα του δείγματος. Η προσπίπτουσα ακτινοβολία απορροφάται εκλεκτικά μόνο από τα εύρη μήκους κύματος του διοξειδίου του άνθρακα. Στη συνέχεια, η απορροφούμενη ακτινοβολία μετατρέπεται σε θερμική, λόγω των μοριακών συγκρούσεων, οπότε υπολογίζεται η διαφορά πίεσης ή θερμοκρασίας μεταξύ της κυψελίδας αναφοράς και της κυψελίδας του δείγματος, και από εκεί υπολογίζεται η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα. Εμείς στο εργαστήριο με τους μαθητές θα ακολουθήσουμε τη δεύτερη μέθοδο, την οξειδωτική, η αρχή μεθόδου της οποίας φαίνεται παρακάτω.

Όσον αφορά στη δειγματοληψία του ιζήματος για τη μέτρηση του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα, προτιμώνται συσκευές φτιαγμένες από μέταλλο, όπως είναι οι μεταλλικές δαγκάνες, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος της μόλυνσης από το σύστημα δειγματοληψίας. Μία τέτοια φαίνεται στην εικόνα 7.2.



Εικόνα 7.2: μεταλλική δαγκάνα για τη δειγματοληψία του ιζήματος
[http://opencourses.uoa.gr/modules/document/file.php/NOC83/%CE%94%202015_6_TOC.pdf]

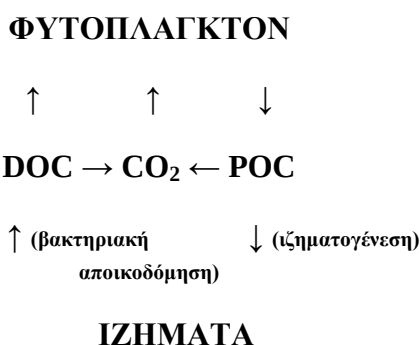
Αν για παράδειγμα το επιφανειακό ίζημα έρθει σε επαφή με το σκάφος, θα προκύψουν θετικά σφάλματα στον ποσοτικό προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα. Επιπλέον, εάν η ανάλυση δεν πραγματοποιηθεί τη στιγμή της δειγματοληψίας, θα πρέπει το δείγμα να μπει αμέσως στην κατάψυξη, γιατί αλλιώς ο οργανικός άνθρακας θα μετατραπεί σε ανόργανο και τότε θα προκύψουν αρνητικά σφάλματα.

Γενικά, η ποσότητα του οργανικού άνθρακα είναι μεγαλύτερη στα επιφανειακά ιζήματα, σε σχέση με την αντίστοιχη στα ιζήματα μεγαλύτερου βάθους. Αυτό συμβαίνει, γιατί η διαδρομή της οργανικής ύλης από την επιφάνεια της υδάτινης στήλης προς τον πυθμένα, δεν είναι αρκετή, ώστε να οξειδωθεί η οργανική ύλη. Έτσι η οργανική ύλη

συσσωρεύεται στο βυθό. Όταν φτάσει εκεί, αρχίζει να πηγαίνει προς τα βαθύτερα ιζήματα, όπου με τη βοήθεια των αναεροβίων βακτηρίων αναπτύσσονται αναγωγικές συνθήκες, και έτσι εκλύεται H_2S και CO_2 .

Σε βιομηχανικές περιοχές, όπου στο θαλασσίνο νερό καταλήγουν μεγάλες ποσότητες αστικών και βιομηχανικών λυμάτων, η ποσότητα του οργανικού άνθρακα είναι αυξημένη. Επίσης, σε υδάτινα οικοσυστήματα, όπου το νερό είναι στάσιμο, σε συνδυασμό με τη βιολογική δραστηριότητα των θαλάσσιων οργανισμών και την αποσύνθεσή τους, πάλι είναι αυξημένη η ποσότητα του οργανικού άνθρακα. Μία τέτοια περιοχή είναι η Ελευσίνα. Από την άλλη μεριά, στις εκβολές των ποταμών και σε ανοιχτές θάλασσες, όπως το Αιγαίο, όπου το νερό είναι τρεχούμενο και ανανεώνεται συνέχεια, η ποσότητα οργανικού άνθρακα στα ιζήματα είναι πολύ μικρή.[72]

Ο κύκλος του άνθρακα στο θαλάσσιο περιβάλλον περιγράφεται συνοπτικά από το σχήμα της εικόνας 7.3:



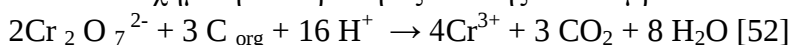
Εικόνα 7.3: συνοπτικά ο κύκλος του άνθρακα στο θαλάσσιο περιβάλλον

B. ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Καταρχήν η δειγματοληψία του ιζήματος γίνεται με ένα πλαστικό φτυάρι και στη συνέχεια το ίζημα τοποθετείται σε πλαστικό τριβλίο. Επειδή η μέτρηση δεν θα γίνει επί τόπου, το τριβλίο τοποθετείται στο φορητό ψυγείο και μετά στην κατάψυξη μέχρι να γίνει ο ποσοτικός προσδιορισμός.

Η πειραματική μέθοδος προσδιορισμού βασίζεται στην οξείδωση του οργανικού άνθρακα με διχρωμικό κάλιο και πυκνό θειικό οξύ. Η ποσότητα του διχρωμικού καλίου που καταναλώνεται, προσδιορίζεται με οπισθογκομέτρηση της περίσσειάς του με διάλυμα δισθενούς σιδήρου. Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς προκατεργασία του ιζήματος, που θα είχε ως στόχο την απομάκρυνση των ανόργανων ανθρακικών αλάτων. Παρεμπόδιση υπάρχει μόνο από μεγάλη ποσότητα χλωριούχων ιόντων, τα οποία οξειδώνονται και αυτά από το διχρωμικό κάλιο. Τα βήματα του πειραματικού προσδιορισμού του οργανικού άνθρακα στο ίζημα είναι τα εξής [73,74,75,76,77]:

1) Στο ίζημα προσθέτουμε με σιφώνιο διχρωμικό κάλιο ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ως οξειδωτικό μέσον και γίνεται καλή ανακίνηση για πλήρη επαφή του αντιδραστηρίου με το ίζημα. Στη συνέχεια ρίχνουμε με προσοχή και H_2SO_4 , το οποίο επιτρέπει την οξειδωτική δράση του διχρωμικού καλίου. Η χημική αντίδραση οξείδωσης που συμβαίνει είναι η εξής:



Το δείγμα αφήνεται στον απαγωγό για 1 ώρα με περιοδική ανακίνηση, ώστε να συμπληρωθεί η αντίδραση.

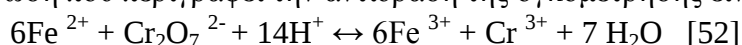
2) Μέχρι να συμπληρωθεί η αντίδραση, κάνουμε τυφλό πείραμα, με πιστοποιημένη τιμή οργανικού άνθρακα στο ίζημα αναφοράς.

3) Προσθέτουμε φωσφορικό οξύ (H_3PO_4), το οποίο διώχνει τις ανόργανες ουσίες.

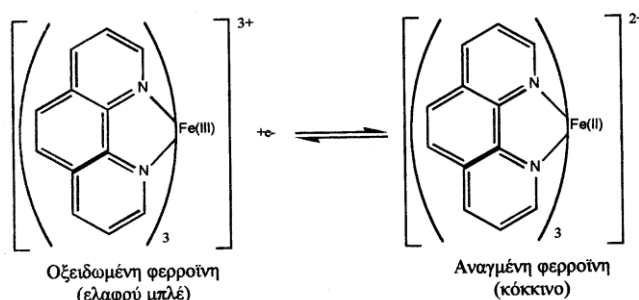
4) Προσθέτουμε φθοριούχο νάτριο (NaF).

5) Η περίσσεια του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ που περίσσεψε, δηλαδή όση ποσότητα δεν αντέδρασε σύμφωνα με τη χημική αντίδραση του βήματος 1, προσδιορίζεται με ογκομέτρηση, με δείκτη τη φερροΐνη και διάλυμα τιτλοδότησης δισθενούς σιδήρου (Fe^{2+}). [78]

Η χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση της ογκομέτρησης είναι η εξής:



Κατά την ογκομέτρηση, το χρώμα του διαλύματος θα γίνει από πράσινο-καφέ, σιγά σιγά ανοιχτό πράσινο-μπλε και στο τέλος κόκκινο σκούρο. Αυτό οφείλεται στο ότι ο οξειδοαναγωγικός δείκτης φερροΐνη έχει χρώμα απαλό μπλε στην οξειδωμένη μορφή, που γίνεται κόκκινο στην αναγμένη μορφή, σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση [79]:



6) Η περιεκτικότητα του ιζήματος σε οργανικό άνθρακα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\% \text{ οργανικού άνθρακα} = V [1 - (T/T_s)] 0,003 N (100/W),$$

Όπου V: όγκος διχρωμικού καλίου, N: κανονικότητα διχρωμικού καλίου, T: όγκος διαλύματος Fe(II) που καταναλώθηκε στην ογκομέτρηση του άγνωστου δείγματος, T_s : όγκος διαλύματος Fe(II) που καταναλώθηκε στην ογκομέτρηση του τυφλού δείγματος, W: βάρος ιζήματος σε gr, 0,003: 12/4000 είναι το ισοδύναμο βάρος του άνθρακα σε meq.

ΚΕΙΜΕΝΟ 8

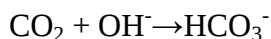
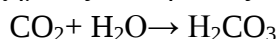
«pH»

Καταρχήν το pH εκφράζει τη συγκέντρωση των ιόντων H^+ σε ένα διάλυμα και δείχνει την οξύτητα ή την αλκαλικότητά του. Οι τιμές του στο γλυκό και το αλμυρό νερό είναι διαφορετικές και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η κυκλοφορία, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο και το βάθος. Είναι πάντως γνωστό ότι στο

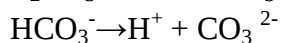
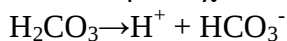
νερό των λιμνών και των ποταμών το pH κυμαίνεται από ελαφρά αλκαλικό μέχρι ελαφρά όξινο.

Όσον αφορά στο θαλασσινό νερό, το pH κυμαίνεται από 7,4 ως 8,3, άρα πρόκειται για ελαφρώς αλκαλικό περιβάλλον. Τη σημερινή εποχή μεγάλο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα φτάνει στους ωκεανούς λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, που έχει ως συνέπεια την οξίνισή τους.[78, 80, 81]

Για την εξήγηση αυτού του φαινομένου, πρέπει να σκεφτούμε ότι το CO₂ είναι αέριο που διαλύεται εύκολα στο νερό, διαμορφώνοντας ένα περιβάλλον κατάλληλο για ζωή, αφού συμμετέχει στη φωτοσύνθεση και στην αναπνοή και αποτελεί σημαντική πηγή άνθρακα για τις ενεργειακές απαιτήσεις των οργανισμών. Η διαλυτότητά του στο νερό προσδιορίζεται από τις παρακάτω χημικές αντιδράσεις:



Και στη συνέχεια:

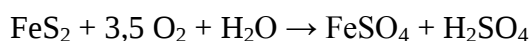
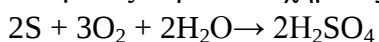


Φαίνεται λοιπόν ότι όσο μεγαλύτερη συγκέντρωση CO₂ φτάνει στη θάλασσα, τόσο μεγαλύτερη συγκέντρωση H₂CO₃ απελευθερώνονται, άρα όλο και περισσότερα H⁺, άρα τα νερά γίνονται πιο όξινα. Η κατακόρυφη κατανομή του pH καθορίζεται από τη δέσμευση του CO₂ κατά τη φωτοσύνθεση, που συμβαίνει στα στρώματα που βρίσκονται οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί και την απελευθέρωσή του κατά την αναπνοή σε όλα τα βάρη της υδάτινης στήλης.

Κατά τις περιόδους στρωμάτωσης μιας λίμνης, παρατηρούνται προοδευτικές μεταβολές στις τιμές του pH. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται συνήθως στην κατανάλωση CO₂, άρα αύξηση του pH στο επιλίμνιο, εξαιτίας της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, και στην απελευθέρωσή του στο υπολίμνιο, άρα μείωση του pH, κατά την αποσύνθεση κυρίως νεκρών πλαγκτονικών οργανισμών και οργανικού υλικού του πυθμένα.

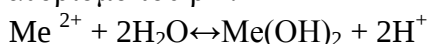
Σημαντικές και σχετικά μόνιμες μεταβολές στο pH παρατηρούνται συνήθως κάτω από την επίδραση εξωγενών παραγόντων και στην εισαγωγή οξέων στη λίμνη. Αυτό μπορεί να συμβεί καταρχήν λόγω της όξινης βροχής που μπορεί να καταλήξει στα υδάτινα οικοσυστήματα και περιέχει νιτρικό (HNO₃) και θειικό οξύ (H₂SO₄), οπότε τότε συμβαίνει σημαντική μείωση του pH του νερού.

Δεύτερον, πολλά βιομηχανικά λύματα περιέχουν οξέα, τα οποία μπορούν να καταλήξουν σε μία λίμνη. Για παράδειγμα, το θειικό οξύ και τα άλατά του συναντώνται σε νερά αποστράγγισης περιοχών κοντά σε ορυχεία και σε λύματα εργοστασίων μεταλλουργίας.[80] Αν σε αυτά υπάρχουν θείο,θειούχα, σιδηροπυρίτης (FeS₂), τότε μετατρέπονται σε θειικό οξύ και θειικά, με τη βοήθεια των θειο-οξειδωτικών βακτηρίων υπό αερόβιες συνθήκες, σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές αντιδράσεις:



Η δεύτερη χημική αντίδραση μπορεί επίσης να λάβει χώρα και λόγω των πετρωμάτων τύρφης που μπορεί να υπάρχουν στη σύσταση του υπεδάφους της λεκάνης απορροής. Η έκθεση στον ατμοσφαιρικό αέρα αυτών των πετρωμάτων που περιέχουν πυρίτη, λόγω διάβρωσης του εδάφους, αυξάνει τη συγκέντρωση του θεικού οξέος στο νερό της λίμνης. [83]

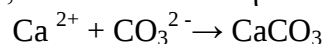
Επιπλέον, σε νερά αποστράγγισης περιοχών κοντά σε ορυχεία, η υδρόλυση των αλάτων των βαρέων μετάλλων, όπως περιγράφεται στην παρακάτω χημική αντίδραση, παίζει και αυτή ρόλο στον καθορισμό του pH:



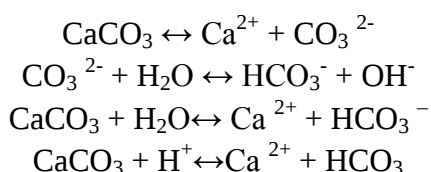
Όπου Me: Fe, Zn, Cd, Cu, Ni

Όσον αφορά στις αλκαλικές τιμές pH, συναντώνται σε περιπτώσεις έντονης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, όπου το φυτοπλαγκτόν μειώνει τη συγκέντρωση του CO₂ του νερού. Τέτοιες περιπτώσεις είναι ο ευτροφισμός, η ρύπανση της λίμνης με αλκαλικές ουσίες, όπως απορρυπαντικά και αυξημένες συγκεντρώσεις ασβεστίου και μαγνησίου.

Εμπλουτισμός της λίμνης με ιόντα ασβεστίου παρατηρείται σε περιοχές όπου στη λεκάνη απορροής επικρατούν ασβεστολιθικά πετρώματα. Το νερό της βροχής μεταφέρει στη λίμνη ιόντα ασβεστίου, που όταν συναντήσουν τα πετρώματα, αντιδρούν, σύμφωνα με τη χημική αντίδραση:



Έτσι, σχηματίζεται ανθρακικό ασβέστιο. Η διάλυση των ασβεστολιθικών και άλλων ορυκτών που περιέχουν ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg), περιλαμβάνει χημικές αντιδράσεις που χρησιμοποιούν H⁺ ή απελευθερώνουν OH⁻, οπότε οδηγούν σε αύξηση του pH, όπως οι παρακάτω, που αποδεικνύουν ότι τα ασβεστολιθικά πετρώματα είναι αλκαλικά[83]:



Άρα, σύμφωνα με τα παραπάνω, ένα αλκαλικό περιβάλλον ευνοεί την απόθεση CaCO₃ στη μορφή αρχικά του αραγωνίτη και στη συνέχεια του ασβεστίτη(>7,8). Ουδέτερο ή όξινο ευνοεί τη διάλυση του ανθρακικού ασβεστίου (<7,8). Άρα, η τιμή 7,8 ορίζει το φράγμα του ασβεστόλιθου.[82] Οι τιμές του pH σε διάφορους τύπους υδάτων φαίνονται στον πίνακα 8.1.

Πίνακας 8.1: τιμές του pH σε υδάτινα οικοσυστήματα[80]

ΥΔΑΤΙΝΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ	pH
Μη ρυπασμένα επιφανειακά ύδατα	6.5-8.5
Ρυπασμένα επιφανειακά ύδατα	3.0-12.0

Μη ρυπασμένο βρόχινο νερό	4.6-6.1
Νερό όξινης βροχής	2.0-4.5
Θαλασσινό νερό	7.9-8.3
Νερά από έλη (βάλτους)	5.5-6.0
Υπόγεια νερά	$\leq 2.0-12.0$
Mine drainage νερά	1.5-3.5
Βιομηχανικά και αστικά απόνερα	$\leq 1.0- \geq 12.0$

Το pH είναι πολύ σημαντικός παράγοντας της ποιότητας του νερού των επιφανειακών υδάτων, γιατί επηρεάζει τις χημικές και βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στα φυσικά ύδατα, άρα και την ανάπτυξη των υδρόβιων οργανισμών, όπως φαίνεται στον πίνακα 8.2. Ειδικά η απότομη μείωση του pH του νερού προκαλεί μείωση του πληθυσμού του φυτοπλαγκτόν, γεγονός αρνητικό τόσο για τον πληθυσμό, όσο και για τη φωτοσύνθεση.

Πίνακας 8.2: pH_{min} κάτω από το οποίο δεν μπορούν να ζήσουν διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών.

pH_{min}	Απώλεια ειδών σε pH < pH_{min}
6.0	Θάνατος σε σαλιγκάρια, καρκινοειδή
5.5	Θάνατος σε σολομό, πέστροφες, κορέγονους
5.0	Θάνατος σε πέρκες, λούτσους
4.5	Θάνατος σε χέλια, πέστροφες

Επιπλέον, οι μορφές των τοξικών μετάλλων επηρεάζονται από το pH, γεγονός ανησυχητικό, ιδιαίτερα στα όξινα ύδατα. Θάνατοι ψαριών σε ποτάμια και λίμνες που έχουν γίνει πολύ όξινα, δεν οφείλονται στην ίδια την οξύτητα, αλλά στην ευκινησία των τοξικών μορφών του αλουμινίου. Η διάβρωση και η ανθεκτικότητα των μετάλλων επηρεάζονται και αυτές από το pH. Τέλος, το pH είναι σημαντικό και στον έλεγχο του νερού και στις διαδικασίες καθαρισμού των λυμάτων, όπως μείωση της σκληρότητας του νερού, απολύμανση, διαδικασίες βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων.[80]

Οι μαθητές θα συλλέξουν το δείγμα νερού σε ένα πλαστικό μπουκάλι και θα το τοποθετήσουν στο φορητό ψυγείο και στη συνέχεια στο σχολικό εργαστήριο, όπου με ηλεκτρονικό πεχάμετρο (εικόνα 8.1) θα γίνει η μέτρηση του pH.



Εικόνα 8.1: ηλεκτρονικό πεχάμετρο
[<http://www.inthepharmacy.gr/Product/1204/Page/705/el/>]

5.ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η παρούσα εργασία περιγράφει ένα σχέδιο εργασίας, μέσα από το οποίο οι μαθητές αποκτούν γνώσεις γύρω από τη χημεία των λιμνοθαλασσών, οι οποίες θα τους βοηθήσουν στην κατανόηση σε βάθος εννοιών, διαδικασιών και φαινομένων που περιλαμβάνονται στο μάθημα της χημείας του αναλυτικού προγράμματος. Το σχέδιο εργασίας προορίζεται για τους μαθητές της τελευταίας τάξης του λυκείου και μπορεί να αποτελέσει τμήμα ενός προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, με ευρύτερο σκοπό την προστασία και τη διαχείριση των λιμνοθαλασσών. Οι διδακτικοί στόχοι του σχεδίου εργασίας είναι:

- Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες του σχεδίου εργασίας.
- Οι μαθητές να αποδεχθούν ότι μία λιμνοθάλασσα έχει ενδιαφέρον τόσο ως προς τη χημεία, όσο και τη φυσική και τη βιολογία.
- Η ομαδική εργασία των μαθητών για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν τη χημεία της λιμνοθάλασσας μέσα από πειράματα.
- Οι μαθητές να κατανοήσουν την ανάγκη περιβαλλοντικής προστασίας και διαχείρισης και να εξηγούν πού έχει εφαρμογή η μελέτη της χημείας της λιμνοθάλασσας.

Το συγκεκριμένο σχέδιο εργασίας περιλαμβάνει 18 συναντήσεις του εκπαιδευτικού με τους μαθητές που ξεκινούν αρχές Οκτώβρη και ολοκληρώνονται τέλος Μαρτίου. Η κάθε μία γίνεται μία φορά την εβδομάδα και διαρκεί 2 διδακτικές ώρες. Κατά τη διάρκεια των συναντήσεων, η αναζήτηση πληροφοριών, η ανάγνωση κειμένων, η συμπλήρωση φύλλων εργασίας και αξιολόγησης, καθώς και τα πειράματα, βοηθούν στην απόκτηση γνώσεων γύρω από τη χημεία της λιμνοθάλασσας. Η μελέτη στο πεδίο και η εργασία σε ομάδες είναι τα δύο εργαλεία για την κατανόηση της χημείας των λιμνοθαλασσών.

Κατά την πρώτη συνάντηση, οι μαθητές συμπληρώνουν το διαγνωστικό ερωτηματολόγιο I, μέσα από το οποίο αναδεικνύονται οι προϋπάρχουσες γνώσεις τους σχετικές με τις λιμνοθάλασσες. Κατά τη δεύτερη συνάντηση, οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες, συμπληρώνουν το διαγνωστικό ερωτηματολόγιο II, το οποίο τους βάζει στη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών, καθώς και επεξεργασίας κειμένων και εικόνων.

Από την τρίτη έως και την έβδομη συνάντηση, η διδασκαλία πραγματοποιείται με τη χρήση φύλλων εργασίας και αξιολόγησης, σχετικά με θέματα γύρω από τις λιμνοθάλασσες, όπως τα χαρακτηριστικά, η ποιότητα νερού, η αξία, η ρύπανση, οι διαδικασίες διαχείρισης και προστασίας τους. Επίσης, στην έβδομη συνάντηση γίνεται η προετοιμασία για την εκπαιδευτική εκδρομή στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου ή σε κάποια άλλη λιμνοθάλασσα εύκολης πρόσβασης.

Κατά την όγδοη συνάντηση πραγματοποιείται η ημερήσια σχολική εκπαιδευτική εκδρομή, όπου οι ίδιοι οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες, θα συλλέξουν δείγματα νερού και ιζημάτων της λιμνοθάλασσας, υπό την επίβλεψη του καθηγητή. Η μέτρηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα, θα διεξαχθεί επί τόπου, γεγονός που συνιστά κίνητρο για μεγαλύτερο ενδιαφέρον σε σχέση με ένα πείραμα που διεξάγεται στο σχολικό εργαστήριο.

Από την ένατη έως και την δέκατη πέμπτη συνάντηση, χρησιμοποιούνται κείμενα και φύλλα εργασίας για την κατανόηση εννοιών, όπως το pH, η αλατότητα, το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, το διαλυμένο οξυγόνο, τα θρεπτικά συστατικά, τα απορρυπαντικά και οι χλωροφύλλες του νερού και ο οργανικός άνθρακας των ιζημάτων του πυθμένα της λιμνοθάλασσας. Επίσης, διεξάγονται πειράματα στο σχολικό εργαστήριο από τους ίδιους τους μαθητές σε ομάδες και η κάθε ομάδα διεξάγει ένα πείραμα, υπό την επίβλεψη του καθηγητή, με στόχο τον ποσοτικό προσδιορισμό των παραπάνω ενώσεων στα δείγματα. Όλα τα πειράματα στηρίζονται σε κεφάλαια της χημείας του λυκείου ή προηγούμενων σχολικών ετών. Κάθε πείραμα συνδέεται με μία θεωρία της επιστήμης της χημείας και συγκεκριμένα:

- Ο πειραματικός προσδιορισμός της αλατότητας στο υδατικό δείγμα συνδέεται με τη θεωρία της διαλυτότητας των αλάτων.
- Ο πειραματικός προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου στο υδατικό δείγμα συνδέεται με τη θεωρία της διαλυτότητας των αερίων στο νερό, της οξειδοαναγωγής και των δυναμικών οξειδοαναγωγής.
- Ο προσδιορισμός του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου συνδέεται με τη θεωρία της ογκομέτρησης, της οξείδωσης οργανικών ενώσεων και της οξειδοαναγωγής.
- Ο προσδιορισμός των θρεπτικών συστατικών συνδέεται με το βιογεωχημικό κύκλο του αζώτου, την οξειδοαναγωγή και τη φασματομετρία.
- Οι χλωροφύλλες συνδέονται με το ρόλο των φυτικών χρωστικών στη φωτοσύνθεση, καθώς και με τη φασματομετρία και με τους χημικούς τύπους των χλωροφυλλών.
- Ο προσδιορισμός των απορρυπαντικών συνδέεται με τη θεωρία γύρω από την απορρυπαντική δράση των σαπουνιών και των βιομηχανικών απορρυπαντικών.
- Ο προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα στο ίζημα συνδέεται με την οξείδωση των οργανικών ενώσεων, την ογκομέτρηση και την οξειδοαναγωγή.
- Ο προσδιορισμός του pH συνδέεται με την οξύτητα των διαλυμάτων.

Κατά τη δέκατη έκτη και δέκατη έβδομη συνάντηση, γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων σε όλο το σχολείο και στην τελευταία, οι μαθητές συμπληρώνουν ένα τελικό φύλλο αξιολόγησης, με στόχο την αξιολόγηση του σχεδίου εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.61-67, Ξάνθη 2000
- [2] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.67-69, Ξάνθη 2000
- [3] Τρικαλίτη Α, *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία, Θεωρία και Πράξη*, Από την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, Διαπανεπιστημιακό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διδακτικής Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧΗΝΕΤ), σελ.50-52, Αθήνα 2010
- [4] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.87-89, Ξάνθη 2000
- [5] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.95-96, Ξάνθη 2000
- [6] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.97-100, Ξάνθη 2000
- [7] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.105-110, Ξάνθη 2000
- [8] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.135-137, Ξάνθη 2000
- [9] Τρικαλίτη Α, *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία, Θεωρία και Πράξη*, Από την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, Διαπανεπιστημιακό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διδακτικής Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧΗΝΕΤ), σελ.53-72, Αθήνα 2010
- [10] Οικονομίδης Σ, *Η σημασία των φυσικών επιστημών στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και η σκοπιμότητα ενός διατμηματικού μαθήματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση*, Πανελλήνια Ένωση Εκπαιδευτικών για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, τεύχος 2, σελ. 47
- [11] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.128-134, Ξάνθη 2000
- [12][http://users.sch.gr/organopoulos/kpe/kpe_ana_perifereia.htm#1. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ](http://users.sch.gr/organopoulos/kpe/kpe_ana_perifereia.htm#1)

- [13] <http://www.kateliogroup.org/turtle-project/research/>, 23 Δεκεμβρίου 2016
- [14] <http://www.kpevistonidas.gr/%cf%83%cf%84%cf%8c%cf%87%ce%bf%ce%b9/>, 23 Δεκεμβρίου 2016
- [15] <http://www.kpemesol.gr/index.php/oi-draseis/ekpaideftika-programmata/limnothalassa-mesologgiou>, 24 Δεκεμβρίου 2016
- [16] <http://kpe-kastr.ark.sch.gr/site/>, 24 Δεκεμβρίου 2016
- [17] <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/>, 23 Δεκεμβρίου 2016
- [18] Αθανασάκης Α, *Παιδαγωγικές κατευθύνσεις φυσικών επιστημών*, εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα, σελ.117-121, 1995
- [19] Καλαϊτζίδης Δ, Ουζούνης Κ, *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη*, δημοτική βιβλιοθήκη Μάνδρας, εκδόσεις Σπανίδη, σελ.137-139, Ξάνθη 2000
- [20] Τρικαλίτη Α, *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία, Θεωρία και Πράξη*, Από την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, Διαπανεπιστημιακό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διδακτικής Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧΗΝΕΤ), σελ.73-84, Αθήνα 2010
- [21] http://www.4e-project.gr/ianos2013/Methodos_Project.pdf, 10 Μαρτίου 2016
- [22] Τσουμάνης Γ, Σακελλαρίου Μ, *Η εργαστηριακή διδασκαλία και η αξία του πειράματος στο μάθημα των φυσικών επιστημών, Πειραματικές δραστηριότητες στην Ε και ΣΤ τάξη του δημοτικού σχολείου*, σελ.1-9, ΕΚΦΕ Ιωαννίνων.
- [23] Γαϊτης Α, *Αξιοποίηση βιοαερίου, λυματολάσπης και νερού από την επεξεργασία των λυμάτων στις εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού Ψυττάλειας. Παιδαγωγική προσέγγιση με τη μέθοδο της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας*, Ερευνητική εργασία διπλώματος ειδίκευσης, Διδακτική χημείας και νέες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, σελ.109-114, Αθήνα, 2010
- [24] Ζωγόπουλος Ε, *η Ομαδοσυνεργατική μέθοδος διδασκαλίας και η συμβολή των ΤΠΕ*, Τα Εκπαιδευτικά, σελ.60-66, τεύχος 105-106
- [25] Ιωάννου Γ, *Φύλλα Εργασίας, Αρχές δόμησης ενός αποτελεσματικού φύλλου εργασίας*, παρουσίαση powerpoint, Απρίλιος 2013
- [26] Ζαβλιανός Μ, *Διδακτική και Αξιολόγηση*, μέρος II, σελ.272-297, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2003

- [27] Τρικαλίτη Α, *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία, Θεωρία και Πράξη*, Από την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, Διαπανεπιστημιακό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διδακτικής Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες (ΔιΧΗΝΕΤ), σελ.102-107, Αθήνα 2010
- [28] Kjerfve B, *Coastal Lagoons*, Chapter 1, Elsevier Oceanography Series, 1994
- [29] Μουσείο Γουλανδρή φυσικής ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων, *Ελληνικοί Υγρότοποι*, ΕΚΒΥ, Θεσσαλονίκη, 2010
(http://www.ekby.gr/ekby/el/EKBY_Greek_Wetlands_el.html)
- [30] Παναγιωτίδης Π, *Διαχείριση υδατικών οικοσυστημάτων: μεταβατικά ύδατα*, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών.
- [31] Νταρακάς Ε, *Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διεργασίες επεξεργασίας νερού*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα πολιτικών μηχανικών, τομέας υδραυλικής και τεχνικής περιβάλλοντος, σελ.18-48, Θεσσαλονίκη, 2014.
- [32] Δασενάκης Μ, Λαδάκης Μ, Καραβόλτσος Σ, Παρασκευοπούλου Β, *Χημική Ωκεανογραφία*, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, σελ.251-258, 2015
- [33] Καλαϊτζιδάκη Μ, Πανταζίδης Γ, *Βιολογία Γ Λυκείου Γενικής Παιδείας*, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, σελ. 84-85, 2011
- [34] Καλαϊτζιδάκη Μ, Πανταζίδης Γ, *Βιολογία Γ Λυκείου Γενικής Παιδείας*, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, σελ. 86-88, 2011
- [35] Σίσκος Π, Σκούλλος Μ, *Περιβαλλοντική Χημεία Ι*, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, τμήμα Χημείας, σελ.58-68, Αθήνα, 1992
- [36] Σκούλλος Μ, *Χημική Ωκεανογραφία, Μία εισαγωγή στη χημεία του θαλάσσιου περιβάλλοντος*, σελ.221-233, Αθήνα 1997
- [37] Κουταλίδη Σ, *Διερεύνηση και ενσωμάτωση σημαντικών περιβαλλοντικών βιογεωχημικών διεργασιών στα προγράμματα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης*, Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα χημείας, σελ.6-8, Αθήνα 2015

- [38] Τσέζος Μ, Ρεμουντάκη Ε, *Περιβάλλον Ι, Εισαγωγή στην επιστήμη και τεχνολογία προστασίας του περιβάλλοντος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή μηχανικών μεταλλείων-μεταλλουργών, τομέας μεταλλουργίας και τεχνολογίας υλικών, σελ.34-35, Αθήνα 2010
- [39] Σκούλλος Μ, Αλάμπεη Α, Μαλωτίδη Β, Ψαλλιδάς Β, Κουρούτος Β, Μαντζάρα Μ, *Περιβαλλοντική εκπαίδευση και εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη σε προστατευόμενες περιοχές*, Επιμορφωτικό υλικό, σελ.22-34, Αθήνα, 2008
- [40] http://kpe-kastor.kas.sch.gr/biodiversity_site/b23/wetlands.htm, 3 Ιουνίου 2016
- [41] Εκπαιδευτικό πρόγραμμα, *οι δρόμοι του νερού- η λίμνη της Καστοριάς*, 2^ο επιχειρησιακό πρόγραμμα Εκπαίδευσης και αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, δήμος Καστοριάς, 2008
(http://kpe-kastor.kas.sch.gr/the_lake/water.htm/contents.htm)
- [42] Κουτράκης Μ, *Αλιεία και αλιευτικά προϊόντα των ελληνικών λιμνοθαλασσών*, Ινστιτούτο αλιευτικής έρευνας, σελ.1-2, Νέα Πέραμος, Καβάλα
(<http://www.naqref.gr/journals/dimitra/images/9/t9p10-11.pdf>)
- [43] Valoon G, Duffy S, *Environmental Chemistry, a global perspective*, Department of chemistry, Brock University, St Catharines, p.239-281, Ontario, Oxford University Press, 2000
- [44] Sterner O, *Chemistry, Health and Environment*, p. 274-297, Toronto, 1999
- [45] Φιλιππή Γ, *Μελέτη της λιμνοθάλασσας Mar Menor από βαρέα μέταλλα*, μεταπτυχιακό ωκεανογραφίας και διαχείρισης θαλάσσιου περιβάλλοντος, σελ.40-96, Αθήνα 2010
- [46] Συνήγορος του Πολίτη, ανεξάρτητη αρχή, *Νομικός Οδηγός, Οδηγός για το περιβάλλον*, WWF Ελλάς, ά μέρος, σελ.139-158, Αθήνα, 2009
(http://www.wwf.gr/images/pdfs/WWF%20Ellas_Nomikos_Odigos.pdf)
- [47] Δικτυακός τόπος για τη φύση και τη βιοποικιλότητα, *Έργα και δράσεις για τη φύση και τη βιοποικιλότητα*, EKBΥ, 2015
(<http://www.biodiversity-info.gr/index.php/el/biodiversity-projects-activities>)
- [48] Ειδική γραμματεία υδάτων, ΥΠΑΠΕΝ (Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας), *Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, Σχέδιο διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμών του υδατικού διαμερίσματος νήσων Αιγαίου GR14*, Φεβρουάριος 2015.
(http://wfd.ypeka.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=110&Itemid=18)

[49] <http://www.ellinikopanorama.gr/images/photos/thumbnails/NMHGHNAFPQ.jpg>,

12 Απριλίου 2016

[50] Radojevic M, Bashkin V, *Practical environmental analysis*, Royal Society of Chemistry, UK, p.188-195, 1999

[51] Σίσκος Π, Σκούλλος Μ, *Περιβαλλοντική Χημεία II*, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, τμήμα Χημείας, σελ.113-126, Αθήνα, 1990

[52] Radojevic M, Bashkin V, *Practical environmental analysis*, Royal Society of Chemistry, UK, p.144-157, 1999

[53] Δασενάκης Μ, Λαδάκης Μ, Καραβόλτσος Σ, Παρασκευοπούλου Β, *Χημική Ωκεανογραφία*, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, σελ.232-234, 2015

[54] Radojevic M, Bashkin V, *Practical environmental analysis*, Royal Society of Chemistry, UK, p.204-211, 1999

[55] Σίσκος Π, Σκούλλος Μ, *Περιβαλλοντική Χημεία II*, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, τμήμα Χημείας, σελ.100-104, Αθήνα, 1990

[56] Σίσκος Π, Σκούλλος Μ, *Περιβαλλοντική Χημεία II*, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, τμήμα Χημείας, σελ.127-133, Αθήνα, 1990

[57] Radojevic M, Bashkin V, *Practical environmental analysis*, Royal Society of Chemistry, UK, p.217-235, 1999

[58] Radojevic M, Bashkin V, *Practical environmental analysis*, Royal Society of Chemistry, UK, p.212-217, 1999

[59] Δασενάκης Μ, Λαδάκης Μ, Καραβόλτσος Σ, Παρασκευοπούλου Β, *Χημική Ωκεανογραφία*, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, σελ.264-269, 2015

[60] Jeffrey S, Humphrey G, *New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton*. Biochemie und Physiologie der Pflanzen, v.167, p. 191-194, 1975

[61] ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, *Standard Procedures for the determination of chlorophyll-a by spectroscopic methods*, Copenhagen Denmark, March, 2000

[62] <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+20040114+ITEMS+DOC+XML+V0//EL&language=EL#sdocta2>, 22 Φεβρουαρίου 2016

[63] Δασενάκης Μ, Λαδάκης Μ, Καραβόλτσος Σ, Παρασκευοπούλου Β, **Χημική Ωκεανογραφία**, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, σελ.247-249, 2015

[64] Nibakken J, **Θαλάσσια Βιολογία, μία οικολογική προσέγγιση**, σελ.2-6, 2005

[65] Σκούλλος Μ, **Χημική Ωκεανογραφία, Μία εισαγωγή στη χημεία του θαλάσσιου περιβάλλοντος**, σελ.120-131, Αθήνα 1997

[66] Lorenzen C, **Determination of chlorophyll and pheopigments spectrophotometric equations**, Limnology and Oceanography, v.12, p.342-346, 1967

[67] Σίσκος Π, Σκούλλος Μ, **Περιβαλλοντική Χημεία Ι**, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, τμήμα Χημείας, σελ.92-100, Αθήνα, 1992

[68] Μπογιατζής Σ, **Τασιενεργά: απορρυπαντική δράση**, Εργαστήριο Επιστήμης Υλικών ΙΙ, κεφάλαιο 6, Τμήμα συντήρησης Αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, ΕΣΠΑ, ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας, 2013

[69] Hernandez O, **Las(Linear Alkylbenzene Sulfonate)**, OECD SIDS, SIDS Initial Assessment report, 20th Siam, Paris, France, p.19-21 April, 2005

[70] Human and Environmental Risk Assessment (HERA), **Linear Alkylbenzene Sulfonate**, Version 2, p.4-11, May, 2004

[71] SAI GLOBAL, Infostore, International Standard, **ISO 2271: 1989 Surface active agents- Detergents-determination of anionic-active matter by manual or mechanical direct two-phase titration procedure**, second edition, p.1-2, ISO 1989

[72] Σκούλλος Μ, **Χημική Ωκεανογραφία, Μία εισαγωγή στη χημεία του θαλάσσιου περιβάλλοντος**, σελ.176-177, Αθήνα 1997

[73] Heiri O, Lotter A, Leucke G, **Loss of ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments, Reproducibility and comparability of results**, Journal of Paleolimnology, v. 25, p.101-110, 2001

[74] Gaudette H, Flight WR, Toner L, Folger DW, **An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments**, v.44, p. 249-253, 1974

[75] Jackson ML, **Soil Chemical Analysis**, Prentice Hall Publ.Co Englewood, Gliffs NJ, p. 485, 1958

[76] Loring D, Rantala R, **Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter**, Earth Science Reviews, v.32, p.235-283, 1992

[77] Ζανάκη Κ, **Έλεγχος ποιότητας νερού**, β έκδοση, εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, σ. 172-239, 2001

[78] Λάνταβος Α, **Σημειώσεις εργαστηρίου γενικής χημείας**, Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας, τμήμα διοίκησης επιχειρήσεων αγροτικών προϊόντων και τροφίμων, σελ.45-

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)
--------------	-------	---------------

48, Αγρίνιο 2011

[79] http://www.analytical-chemistry.uoc.gr/files/items/6/618/chapter_4_harris.pdf, 4 Οκτωβρίου 2016

[80] Radojevic M, Bashkin V, **Practical environmental analysis**, Royal Society of Chemistry, UK, p.166-168, 1999

[81] <http://wol.jw.org/el/wol/d/r11/lp-q/102006246#h=13>, 5 Οκτωβρίου 2016

[82] http://www.geo.auth.gr/647/kef_6_2.swf, 14 Οκτωβρίου 2016

[83] <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/acidity.htm>, 5 Ιανουαρίου 2017

[84] <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/oxygen.htm>, 6 Ιανουαρίου 2017

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ

Ο παρακάτω κατάλογος έχει προκύψει μετά από μελέτη της οργάνωσης και της λειτουργίας της αλιευτικής εκμετάλλευσης των λιμνοθαλασσών, ΙΧΘΥ.Κ.Α, Μάιος 2001. (πηγή: <http://www.alieia.minagric.gr/sites/default/files/basicPageFiles/2Ydat/KatálElllΘ.pdf> (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων))

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

Αγίασμα	Καβάλας	4300
Ερατεινό	Καβάλας	3500
Κεραμωτή	Καβάλας	1500
Βάσσοβα	Καβάλας	2700
Παλαιά Κοίτη Στρυμόνα	Καβάλας	700
Χαϊδευτό	Καβάλας	530
Γεφυράκια	Καβάλας	350
Παλαιά Κοίτη Νέστου	Ξάνθης	280
Βιστωνίδα	Ξάνθης	45000
Λάγος	Ξάνθης	3250
Λάφρη	Ξάνθης	1500
Λαφρούδα	Ξάνθης	750
Λιβάρι	Ξάνθης	150
Πτέλεα	Ροδόπης	2000
Έλος	Ροδόπης	2000
Λίμνη	Ροδόπης	500
Μαυρολίμνη	Ροδόπης	1500
Ξηρολίμνη	Ροδόπης	2500
Αλυκή	Ροδόπης	3000
Δράκοντος Δράνα	Έβρου	4800
Μονόλιμνη	Έβρου	1650
Ακρωτηρίου Σαμοθράκης	Έβρου	100

ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Αύλακας Παπαπουλίου	Πιερίας	300

ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Αύλακας Παλαιοποτάμου	Λαρίσης	360

ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Μεγάλο Λιβάρι	Εύβοιας	1000
Μικρό Λιβάρι	Εύβοιας	200

ΑΤΤΙΚΗΣ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Άρτεμις	Αττικής	30
Βαλάριο	Αττικής	350
Βουρκάρι	Αττικής	1300
Αγκίστρι	Αττικής	80

ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Βερβερόντα	Αργολίδας	1300
Βιβάρι Δρεπάνου	Αργολίδας	550
Θερμήσια Ερμιόνης	Αργολίδας	500
Κουμπούρνα Σαμπάριζας	Αργολίδας	106
Ποτόκια	Αργολίδας	50
Σωληνάρι	Αργολίδας	300
Γιάλοβα	Μεσσηνίας	3250

ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Αιτωλικού	Αιτολοακαρνανίας	21000
Βορείου και Διαύλου Κλείσοβας	Αιτολοακαρνανίας	4500
Θολή	Αιτολοακαρνανίας	10000
Καταφούρκο	Αιτολοακαρνανίας	500
Κεντρική Λ/Θ Μεσολογγίου	Αιτολοακαρνανίας	68500
Κλείσοβα	Αιτολοακαρνανίας	18000
Κοκκάλα	Αιτολοακαρνανίας	700
Μπούκα	Αιτολοακαρνανίας	656
Μυρτάρι	Αιτολοακαρνανίας	900
Παλαιοπόταμος	Αιτολοακαρνανίας	4500
Πέταλας-Σούπη	Αιτολοακαρνανίας	2500
Ρούγα	Αιτολοακαρνανίας	700
Σαλτίνη	Αιτολοακαρνανίας	2500
Παπάς	Αχαΐας	4500
Προκόπος	Αχαΐας	2000
Κοτύχι	Ηλείας	8000

ΗΠΕΙΡΟΥ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Αγ. Γεωργίου	Άρτας	160
Αγρίλος	Άρτας	2500
Κόφτρα-Παλιόμπουκα	Άρτας	2100
Κωνσταντία	Άρτας	1200
Τσουκαλιό-Ροδιά	Άρτας	28300
Τσουκαλού	Άρτας	2000
Σακολέτσι	Άρτας	400
Λογάρου	Άρτας	35000

Μάζωμα	Πρέβεζας	1800
Τσοπέλι	Πρέβεζας	1200
Πωγώνιτσα	Πρέβεζας	450
Βαθύ	Πρέβεζας	450
Μπαστιά-Αλυκές	Θεσπρωτίας	3000
Βάτατσα	Θεσπρωτίας	750
Βόντα	Θεσπρωτίας	3840
Λούτσα-Παπαδιά	Θεσπρωτίας	3500
Καλαγκάς	Θεσπρωτίας	520
Ρηχό	Θεσπρωτίας	750

ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΙΩΝ

ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ(στρ.)
Αντινιώτη	Κέρκυρας	500
Λίμνη Κορισσίων	Κέρκυρας	5500
Χαλικιοπούλου	Κέρκυρας	2300
Αλυκή Αλέξανδρου	Λευκάδας	700
Αυλαίμονας-Παλαιό	Λευκάδας	6500