1.

* 1. **Αν και το όζον στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας αποτελεί ρύπο, στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, σχηματίζει μια στιβάδα που διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ζωής.**

α. Να ονομάσετε το είδος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλεί το όζον στην κατώτερη ατμόσφαιρα (μονάδες 3) και να εξηγήσετε γιατί το όζον χαρακτηρίζεται ως δευτερογενής ρύπος (μονάδες 3).

β. Να εξηγήσετε γιατί, αντίθετα με το προηγούμενο ερώτημα, το όζον στην ανώτερη ατμόσφαιρα είναι χρήσιμο για τα οικοσυστήματα (μονάδες 2). Να ονομάσετε τις χημικές ουσίες που αντιδρούν με το όζον στην ανώτερη ατμόσφαιρα (μονάδες 2) και να αναφέρετε το περιβαλλοντικό πρόβλημα που αυτές προκαλούν ( μονάδες 2).

Μονάδες 12

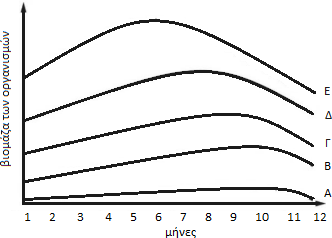
**Λύση**

α. Το είδος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ονομάζεται φωτοχημικό νέφος. Το όζον χαρακτηρίζεται ως δευτερογενής ρύπος, διότι παράγεται από την αντίδραση των πρωτογενών ρύπων με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

**β.** Το όζον, στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, σε ύψος 15 με 30 Km (κατώτερη στρατόσφαιρα), απορροφά ένα σημαντικό μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας (η ακτινοβολία αυτή είναι επιβλαβής για τους οργανισμούς). Οι ουσίες που προκαλούν τη μείωση του όζοντος είναι οι χλωροφθοράνθρακες και προκαλούν εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος.

2.

* 1. **Στο γράφημα του σχήματος 1 απεικονίζονται οι μεταβολές της βιομάζας κατά την περίοδο ενός έτους, 5 διαφορετικών οργανισμών του ίδιου οικοσυστήματος, ξεκινώντας από τους παραγωγούς, οι οποίοι ανήκουν ο καθένας ξεχωριστά, σε διαφορετικά τροφικά επίπεδα.**



Σχήμα 1

α. Να προσδιορίσετε ποια από τις καμπύλες αντιστοιχεί στα φυτοφάγα ζώα, ποια στους καταναλωτές 2ης τάξης και ποια στους καταναλωτές 4ης τάξης (μονάδες 3). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

β. Να εξηγήσετε τι τάση θα παρουσιάζει η τροφική πυραμίδα ενέργειας του οικοσυστήματος (μονάδες 4) και να σχεδιάσετε την πυραμίδα αυτή (μονάδες 2).

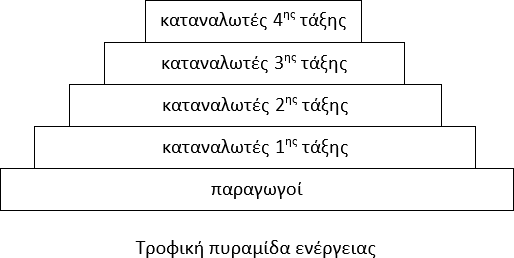
Μονάδες 12

**Λύση**

α. Δ=φυτοφάγα ζώα, Γ=καταναλωτές 2ης τάξης, Α=καταναλωτές 4ης τάξης. Η μεγαλύτερη βιομάζα, παρά τις διακυμάνσεις αποδίδεται στους παραγωγούς του οικοσυστήματος (καμπύλη Ε). Ακολουθούν οι καμπύλες των καταναλωτών 1ης τάξης (καμπύλη Δ), των καταναλωτών 2ης τάξης (καμπύλη Γ) κ.ο.κ.

β. Η ενέργεια, με τη μορφή της χημικής ενέργειας που εμπεριέχεται στην τροφή των οργανισμών, περνάει από το κατώτερο τροφικό επίπεδο (των παραγωγών) στο ανώτερο.

Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενό του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του. Επομένως η τροφική πυραμίδα ενέργειας θα εμφανίζει πτωτική τάση από τροφικό επίπεδο σε τροφικό επίπεδο.



3.

* 1. **Το οικοσύστημα είναι η βασική** [**οικολογική**](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1) **μονάδα και αποτελεί ένα σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει τους βιοτικούς παράγοντες, τους αβιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Στη δομή ενός οικοσυστήματος περιλαμβάνονται έννοιες όπως: πληθυσμός, βιοκοινότητα και βιότοπος.**

α. Να ερμηνεύσετε τις έννοιες: πληθυσμός, βιοκοινότητα και βιότοπος (μονάδες 6).

β. Κατά τη μελέτη ενός οικοσυστήματος παρατηρήθηκαν: 1. μανιτάρια του είδους *Pleurotus nebrodensis,* 2. πτηνά διαφόρων ειδών και 3. ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά υγρασίας. Να αντιστοιχίσετε κάθε μία από τις τρεις προηγούμενες παρατηρήσεις με τους όρους πληθυσμός, βιοκοινότητα και βιότοπος (μονάδες 3). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος οι οποίοι ανήκουν στο ίδιο είδος αποτελούν έναν πληθυσμό. Το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών που ζουν σε ένα οικοσύστημα, αλλά και οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους αποτελούν τη βιοκοινότητα του οικοσυστήματος, ενώ βιότοπος είναι η περιοχή στην οποία ζει ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα.

β. 1.μανιτάρια του είδους *Pleurotus nebrodensis*: αποτελούν έναν πληθυσμό της περιοχής, αφού ανήκουν στο ίδιο είδος, 2.πτηνά διαφορετικών ειδών: πρόκειται για οργανισμούς της βιοκοινότητας της περιοχής, αφού το σύνολο των πτηνών δεν ανήκουν στο ίδιο είδος και 3. τα ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά υγρασίας αποτελούν στοιχείο του βιοτόπου, δηλαδή της περιοχής που ζει ο πληθυσμός ή η βιοκοινότητα.

4.

* 1. **Με τον γενικό όρο λίπασμα αναφέρεται οποιαδήποτε ουσία, φυσική ή τεχνητά παρασκευασμένη, βελτιώνει την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών. Τα λιπάσματα είτε ενισχύουν τη φυσική περιεκτικότητα του εδάφους σε ορισμένα χημικά στοιχεία είτε αναπληρώνουν τις ποσότητες αυτών των στοιχείων που απορροφήθηκαν από φυτά προηγουμένων γενεών.**

α. Να αναφέρετε τι χρησιμοποιούσαν στο παρελθόν ως φυσικό – οργανικό λίπασμα για τον εμπλουτισμό των αγροτικών οικοσυστημάτων με άζωτο (μονάδες 4) και να δώσετε ένα παράδειγμα φυσικού λιπάσματος (μονάδες 2).

β. Να προσδιορίσετε πότε τα οργανικά φυσικά λιπάσματα (μονάδες 3) αντικαταστάθηκαν από τα βιομηχανικά και να εξηγήσετε γιατί τα συγκεκριμένα λιπάσματα πρέπει να αποφεύγονται (μονάδες 4).

Μονάδες 13

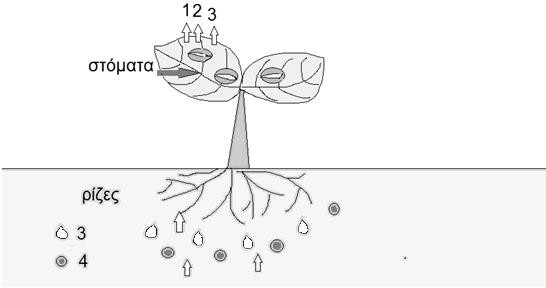
**Λύση**

α. Στο παρελθόν, για τον εμπλουτισμό των αγροτικών οικοσυστημάτων με άζωτο, χρησιμοποιούνταν περιττώματα ζώων (κοπριά). Για παράδειγμα, στην Τήνο με τους υπέροχους περιστεριώνες χρησιμοποιούσαν τις κουτσουλιές των περιστεριών ως κύριο λίπασμα.(Ή εναλλακτικά: στη Χιλή χρησιμοποιούνταν ευρέως τα περιττώματα των ψαροφάγων πουλιών - γκουανό)

β. Μετά την ανακάλυψη της μεθόδου παραγωγής αζωτούχων λιπασμάτων από το ατμοσφαιρικό άζωτο, τα οργανικά φυσικά λιπάσματα αντικαταστάθηκαν από τα βιομηχανικά. Αυτά είναι καλό να αποφεύγονται γιατί λιγότερο από το ένα τρίτο της εκάστοτε προστιθέμενης στο έδαφος ποσότητας προσλαμβάνεται από τα καλλιεργούμενα φυτά. Το υπόλοιπο παρασύρεται από τη βροχή και καταλήγει στα γλυκά ή στα θαλασσινά νερά οδηγώντας στο φαινόμενο του ευτροφισμού.

5.

* 1. **Στην εικόνα που ακολουθεί απεικονίζεται ένα φυτό, στα φύλλα του οποίου παρουσιάζονται τα στόματά του σε μεγέθυνση. Τα βέλη 1, 2 και 3 αντιστοιχούν σε τρεις χημικές ουσίες που απελευθερώνονται από τα στόματα των φύλλων στην ατμόσφαιρα. Οι ουσίες 1 και 2 παράγονται και απελευθερώνονται από τους παραγωγούς με διαδικασίες που σχετίζονται με τον βιογεωχημικό κύκλο του άνθρακα και συγκεκριμένα η ουσία 1 παράγεται με την βοήθεια του ήλιου. Η χημική ουσία 3, όχι μόνο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, αλλά επίσης απορροφάται από τις ρίζες του φυτού. Τέλος, η χημική ουσία 4 απορροφάται από τις ρίζες του φυτού κατά τον βιογεωχημικό κύκλο του αζώτου.**



**α.** Να ονομάσετε τις χημικές ουσίες 1 και 2 της εικόνας που σχετίζονται με τον κύκλο του άνθρακα (μονάδες 4), καθώς και τις ουσίες 3 και 4 που απορροφώνται από το έδαφος (μονάδες 2).

**β.** Να ονομάσετε τις τρεις διαδικασίες κατά τις όποιες απελευθερώνονται τα αέρια 1, 2 και 3 αντίστοιχα (μονάδες 3) και να εξηγήσετε γιατί λόγω της απελευθέρωσης της ένωσης 3 από τα στόματα των φύλλων απορροφάται η ένωση 4 από τις ρίζες του φυτού (μονάδες 3).

Μονάδες 12

**Λύση**

α. Η χημική ουσία 1 είναι το οξυγόνο, η 2 το διοξείδιο του άνθρακα, η 3 είναι το νερό και η 4 είναι τα νιτρικά ιόντα.

β. Το οξυγόνο (ουσία 1) παράγεται κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Το διοξείδιο του άνθρακα (ουσία 2) παράγεται κατά τη κυτταρική αναπνοή. Το νερό (ουσία 3) απομακρύνεται από τα στόματα των φύλλων των φυτών μέσω της διαδικασίας της διαπνοής.

Η διαπνοή αποτελεί την «κινητήρια δύναμη» για τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων και άλλων ουσιών, όπως της χημικής ένωσης 4, από το έδαφος στο εσωτερικό των φυτικών οργανισμών. Συγκεκριμένα, λόγω της διαπνοής, τα φυτά απορροφούν εκ νέου νερό από το έδαφος και στο νερό αυτό είναι διαλυμένες διάφορες χημικές ενώσεις και ιόντα που χρειάζονται τα φυτά. Συνεπώς, η διαδικασία της διαπνοής συνδέεται αναπόσπαστα με τους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων που εισέρχονται στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων με πύλη εισόδου τα φυτά.

6.

* 1. **Τα χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων είναι: i. το μέγεθος και τα όρια, ii. η ισορροπία στις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των διαφόρων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων τους και iii. η ποικιλότητα.**

α. Να εξηγήσετε πώς καθορίζεται κάθε φορά το μέγεθος και τα όρια ενός οικοσυστήματος (μονάδες 4) και να αναφέρετε ένα παράδειγμα οικοσυστήματος του οποίου τα όρια μπορούν να καθοριστούν με σχετική ακρίβεια (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε τον όρο ποικιλότητα ενός οικοσυστήματος (μονάδες 2) και να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο η ποικιλότητα καθιστά τα φυσικά οικοσυστήματα, όπως ένα δάσος, περισσότερο σταθερά από τα τεχνητά οικοσυστήματα, όπως ένας καλλιεργούμενος αγρός (μονάδες 5).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Το μέγεθος και τα όρια ενός οικοσυστήματος καθορίζονται κάθε φορά αυθαίρετα από τον ερευνητή που το μελετά. Ένα παράδειγμα οικοσυστήματος, του οποίου τα όρια μπορούν να καθοριστούν με σχετική ακρίβεια είναι ένα νησί (εναλλακτικά: μία γλάστρα με ένα φυτό, στου οποίου τα φύλλα ζουν κάποιοι μικροοργανισμοί).

β. Ο όρος «ποικιλότητα» αναφέρεται στα διαφορετικά είδη οργανισμών που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα. Τα φυσικά οικοσυστήματα, όπως ένα δάσος, έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα και επομένως παρουσιάζουν και μεγαλύτερη ποικιλία σχέσεων μεταξύ των βιοτικών παραγόντων τους συγκριτικά με ένα τεχνητό οικοσύστημα, όπως ένας καλλιεργούμενος αγρός. Έτσι, όποτε μια μεταβολή τείνει να διαταράξει την ισορροπία ενός φυσικού οικοσυστήματος, υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που την αποκαθιστούν.

7.

* 1. **Ο σολωμός είναι ένα ψάρι πολύ θρεπτικό διότι περιέχει υψηλή ποσότητα πρωτεΐνης, ω-3 λιπαρών οξέων και βιταμίνης D. Η κατανάλωσή του, όμως, θα πρέπει να είναι περιορισμένη από τις γυναίκες που κυοφορούν λόγω της υψηλής συγκέντρωσης υδραργύρου που ανιχνεύεται στους ιστούς του ψαριού.**

α. Να ονομάσετε το φαινόμενο που σχετίζεται με την υψηλή συγκέντρωση υδραργύρου στους ιστούς του σολωμού (μονάδες 2) και να αναφέρετε άλλες δύο κατηγορίες ρυπαντών που αν απελευθερωθούν στο περιβάλλον προκαλούν το ίδιο φαινόμενο (μονάδες 4).

β. Στο περιβάλλον που ζει ο σολωμός (καταναλωτής 3ης τάξης), ανιχνεύτηκε ίδια ποσότητα υδραργύρου τόσο στους παραγωγούς του οικοσυστήματος (φυτοπλαγκτόν), όσο και στους καταναλωτές 1ης και 2ης τάξης. Να ερμηνεύσετε το εύρημα αυτό (μονάδες 4) και να προβλέψετε σε ποιο τροφικό επίπεδο αναμένεται να βρεθεί η χαμηλότερη τιμή συγκέντρωσης του υδραργύρου (μονάδες 3).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Το φαινόμενο ονομάζεται βιοσυσσώρευση. Δύο κατηγορίες ρυπαντών που προκαλούν, επίσης, βιοσυσσώρευση είναι διάφορα παρασιτοκτόνα και εντομοκτόνα (εναλλακτικά: ραδιενεργά απόβλητα και παραπροϊόντα των ραδιενεργών εκρήξεων, άλλα βαρέα μέταλλα, όπως μόλυβδος και ψευδάργυρος).

β. Το εύρημα αυτό, δηλαδή το γεγονός ότι η ποσότητα του υδραργύρου δεν μεταβάλλεται και παραμένει ίδια σε όλα τα τροφικά επίπεδα, οφείλεται στο ότι ο υδράργυρος ανήκει στις μη βιοδιασπώμενες ουσίες, δηλαδή στις ουσίες που δεν διασπώνται, δεν μεταβολίζονται από τους οργανισμούς και δεν αποβάλλονται με τις απεκκρίσεις.

Σύμφωνα με το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης, η συγκέντρωση του υδραργύρου αυξάνεται καθώς προχωρούμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας, άρα η χαμηλότερη συγκέντρωση αναμένεται να βρεθεί στο επίπεδο των παραγωγών (φυτοπλαγκτόν).

8.

* 1. **Η εισαγωγή του ατμοσφαιρικού αζώτου στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων γίνεται με τη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης, η οποία μετατρέπει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε μορφές αξιοποιήσιμες από τους παραγωγούς, ενώ στην ολοκλήρωση του κύκλου του αζώτου συμμετέχουν διάφοροι μικροοργανισμοί.**

α. Να ονομάσετε τις κατηγορίες στις οποίες διακρίνεται η αζωτοδέσμευση (μονάδες 2) και να περιγράψετε την αζωτοδέσμευση που πραγματοποιείται στην ατμόσφαιρα μέσω φυσικοχημικών διαδικασιών (μονάδες 4).

β. Να εξηγήσετε το ρόλο των νιτροποιητικών και των απονιτροποιητικών βακτηρίων στον κύκλο του αζώτου (μονάδες 6).

Μονάδες 12

**Λύση**

α. Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και βιολογική. Κατά την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση, το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά είτε με τους υδρατμούς, σχηματίζοντας αμμωνία, είτε με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα. Η απαραίτητη ενέργεια προσφέρεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κεραυνοί). Η αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος.

β. Τα νιτροποιητικά βακτήρια του εδάφους μετατρέπουν την αμμωνία που συγκεντρώνεται στο έδαφος σε νιτρικά ιόντα, τα οποία παραλαμβάνονται από τα φυτά.

Τα απονιτροποιητικά βακτήρια του εδάφους μετατρέπουν τα νιτρικά ιόντα σε μοριακό άζωτο, το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

9.

* 1. **Τα οικοσυστήματα που υπάρχουν στο πλανήτη μας συνιστούν οργανωμένες δομές. Ένας σημαντικός παράγοντας που απαιτείται για τη διατήρησή τους είναι η ανακύκλωση των χημικών τους στοιχείων.**

α. Να εξηγήσετε γιατί απαιτείται ανακύκλωση των χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα (μονάδες 6).

β. Να ονομάσετε τις επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες που εξασφαλίζουν την ανακύκλωση των χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα (μονάδες 3) και να περιγράψετε τις διαδικασίες με τις οποίες συντελούνται (μονάδες 3).

Μονάδες 12

**Λύση**

α. Η ύλη που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα είναι περιορισμένη, καθώς ο πλανήτης δέχεται ελάχιστα ποσά ύλης από το διάστημα (μετεωρίτες κτλ.). Για το λόγο αυτό, τα χημικά στοιχεία, που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση βιολογικών μορίων, όπως ο άνθρακας (C) και το άζωτο (Ν), πρέπει να κυκλοφορούν για να γίνονται εκ νέου διαθέσιμα στους οργανισμούς.

**β.** Οι επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες των χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα ονομάζονται βιογεωχημικοί κύκλοι. Οι κύκλοι αυτοί διεκπεραιώνονται με τη συμμετοχή βιολογικών, γεωλογικών και χημικών διαδικασιών.

10.

* 1. **Δύο λίμνες, η λίμνη Α και η λίμνη Β έχουν παρόμοιους αβιοτικούς παράγοντες. Κάποια περίοδο στο παρελθόν, στα εδάφη γύρω από τη λίμνη Α άρχισαν να πραγματοποιούνται καλλιέργειες με τη συστηματική χρήση βιομηχανικών αζωτούχων λιπασμάτων. Παράλληλα, στις παρυφές της λίμνης Β εγκαταστάθηκε πυρηνικό εργοστάσιο, το οποίο χρησιμοποιεί το νερό της λίμνης για τις ψυκτικές εγκαταστάσεις του επαναφέροντάς το πίσω σε αυτή. Μερικά χρόνια αργότερα και στις δύο λίμνες εντοπίστηκε μεγάλος αριθμός νεκρών ψαριών. Πραγματοποιήθηκαν έρευνες που έδειξαν ότι η αιτία θανάτου των ψαριών και στις δύο λίμνες ήταν η ασφυξία.**

**α.** Να αναφέρετε δύο αβιοτικούς παράγοντες των λιμναίων οικοσυστημάτων (μονάδες 2) και να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο οι καλλιέργειες που αναπτύχθηκαν γύρω από τη λίμνη Α μπορεί να συνέβαλαν στο θάνατο των ψαριών από ασφυξία (μονάδες 4).

**β.** Να εξηγήσετε πώς η εγκατάσταση του πυρηνικού εργοστασίου κοντά στη λίμνη Β συνδέεται με τα νεκρά ψάρια που βρέθηκαν (μονάδες 3). Να αναφέρετε άλλους τρόπους που τα πυρηνικά εργοστάσια μπορούν να προκαλέσουν επιβάρυνση του περιβάλλοντος (μονάδες 4).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Δύο αβιοτικοί παράγοντες των λιμναίων οικοσυστημάτων είναι η αλατότητα και η θερμοκρασία του νερού (Εναλλακτικά: η διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, το βάθος στο οποίο φτάνει το ηλιακό φως κλπ). Τα βιομηχανικά αζωτούχα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες γύρω από τη λίμνη Α, όταν αποπλένονται από τα νερά της βροχής, καταλήγουν στη λίμνη οδηγώντας στο φαινόμενο του ευτροφισμού, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα η ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό, λόγω της συνεχούς κατανάλωσής του από τους αποικοδομητές, να γίνεται ολοένα μικρότερη, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος, όπως τα ψάρια, που πεθαίνουν από ασφυξία.

β. Το πυρηνικό εργοστάσιο διοχετεύει θερμό νερό στη λίμνη που προέρχεται από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις του πυρηνικού αντιδραστήρα. Το θερμό νερό προκαλεί σταδιακά αύξηση της θερμοκρασίας του νερού της λίμνης. Με βάση αυτή τη φυσικοχημική μεταβολή, η ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό γίνεται ολοένα μικρότερη, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος, όπως τα ψάρια, που πεθαίνουν από ασφυξία.

Τα πυρηνικά εργοστάσια επιβαρύνουν το περιβάλλον με τα πυρηνικά απόβλητα και τα προϊόντα των ραδιενεργών εκρήξεων που συγκαταλέγονται στους πιο τοξικούς ρυπαντές της βιόσφαιρας, καθώς δεν διασπώνται από τους οργανισμούς (μη βιοδιασπώμενες ουσίες).

11.

* 1. **Ο άνθρακας αποτελεί απαραίτητο χημικό στοιχείο για τη σύνθεση όλων των βιολογικών μορίων στους οργανισμούς. Επειδή η ύλη στη βιόσφαιρα είναι περιορισμένη, ο άνθρακας, όπως και άλλα χημικά στοιχεία, θα πρέπει να κυκλοφορεί στα οικοσυστήματα μέσα από επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες για να γίνεται εκ νέου διαθέσιμος στους οργανισμούς.**

α. Να ονομάσετε τις δύο διαδικασίες που παίζουν κύριο ρόλο στη κυκλοφορία του άνθρακα στα οικοσυστήματα (μονάδες 4), καθώς και τη μορφή στην οποία βρίσκεται ο άνθρακας στην ατμόσφαιρα (μονάδες 2).

β. Ο άνθρωπος παρεμβαίνει στον κύκλο του άνθρακα με αποτέλεσμα να επιτείνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Να αναφέρετε δύο τρόπους που παρεμβαίνει ο άνθρωπος στον κύκλο του άνθρακα (μονάδες 4), καθώς και το αποτέλεσμα που έχει η δράση του στη μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας (μονάδες 3).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Οι δύο διαδικασίες που παίζουν κύριο ρόλο στη κυκλοφορία του άνθρακα στα οικοσυστήματα είναι η φωτοσύνθεση και η κυτταρική αναπνοή. Ο άνθρακας βρίσκεται στην ατμόσφαιρα υπό τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα.

β. Ο άνθρωπος παρεμβαίνει στο κύκλο του άνθρακα μέσω της υπέρμετρης καύσης ορυκτών καυσίμων και της καταστροφής των δασών (λόγω υλοτόμησης, εκχερσώσεων). Αυτά έχουν ως συνέπεια την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη μας.

12.

* 1. **Το άζωτο αποτελεί ένα σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή. Αν και αφθονεί στην ατμόσφαιρα, όπου αποτελεί το 78% κ.ό., δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από τους παραγωγούς στη μορφή με την οποία βρίσκεται σ' αυτή (μοριακό άζωτο).**

α. Να αναφέρετε τους δύο πιο οικολογικούς τρόπους εμπλουτισμού του εδάφους με άζωτο (μονάδες 4) και να εξηγήσετε τον έναν από αυτούς (μονάδες 2).

β. Να αναφέρετε τους μηχανισμούς με τους οποίους το άζωτο μετατρέπεται σε αξιοποιήσιμη μορφή για τα φυτά (μονάδες 3) και να εξηγήσετε σε ποιες ουσίες το μετατρέπουν τα φυτά στη συνέχεια, προκειμένου να το παραλάβουν οι καταναλωτές (μονάδες 4).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Οι δύο πιο οικολογικοί τρόποι εμπλουτισμού του εδάφους σε άζωτο είναι η αγρανάπαυση και η αμειψισπορά. Την ιδιότητα των ψυχανθών να φέρουν στις ρίζες τους αζωτοδεσμευτικά βακτήρια (τα οποία πραγματοποιούν βιολογική αζωτοδέσμευση) αξιοποιεί η παραδοσιακή γεωργική πρακτική της αμειψισποράς. Αμειψισπορά είναι η εναλλαγή στην καλλιέργεια σιτηρών και ψυχανθών, έτσι ώστε το έδαφος να εμπλουτίζεται με άζωτο και να μην εξασθενεί (εναλλακτικά αγρανάπαυση είναι η περιοδική παύση της καλλιέργειας ώστε το έδαφος να ανανεώνει τα θρεπτικά του συστατικά με οικολογικές διαδικασίες).

β. Οι διαδικασίες της ατμοσφαιρικής αζωτοδέσμευσης, της βιολογικής αζωτοδέσμευσης καθώς και της νιτροποίησης αποτελούν μηχανισμούς με του οποίους τα φυτά προσλαμβάνουν τα χρήσιμα για αυτά νιτρικά ιόντα προκειμένου να συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους, όπως τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα. Το άζωτο που περιέχεται στις ουσίες αυτές διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων στις διάφορες τάξεις των καταναλωτών προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πρωτεϊνών.