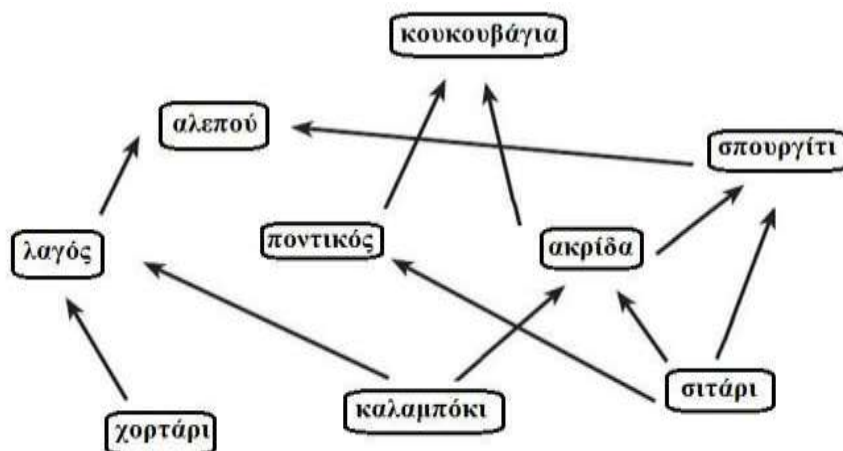


## ΘΕΜΑ 4

1. Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει ένα τροφικό πλέγμα ενός οικοσυστήματος σε μια αγροτική περιοχή.



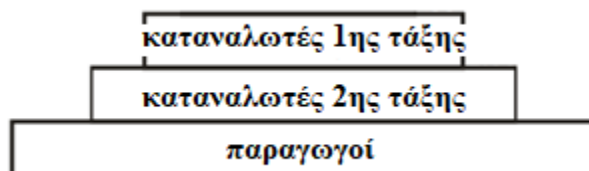
α. Να αναφέρετε το είδος του οργανισμού από τους πληθυσμούς του οικοσυστήματος που συμπεριφέρεται ταυτόχρονα και ως καταναλωτής 1ης και ως καταναλωτής 2ης τάξης (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

β. Να γράψετε πόσα τροφικά επίπεδα μπορεί να υποστηρίξει το συγκεκριμένο οικοσύστημα (μονάδες 3) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (τους οργανισμούς που ανήκουν σε περισσότερα από ένα επίπεδα, να τους κατατάξετε στο ανώτερο από τα επίπεδα στα οποία ανήκουν) (μονάδες 3).

Μονάδες 12

α. Το σπουργίτι. Καταναλωτής 1ης τάξης (σιτάρι → σπουργίτι → αλεπού) και καταναλωτής 2ης τάξης (καλαμπόκι → ακρίδα → σπουργίτι → αλεπού / εναλλακτικά: σιτάρι → ακρίδα → σπουργίτι → αλεπού).

β. Το οικοσύστημα μπορεί να στηρίξει 3 τροφικά επίπεδα. Αιτιολόγηση: Το 1<sup>ο</sup> επίπεδο είναι των παραγωγών (χορτάρι, καλαμπόκι, σιτάρι), το 2<sup>ο</sup> επίπεδο είναι των καταναλωτών της 1ης τάξης (λαγός, ποντικός, ακρίδα) και το 3<sup>ο</sup> επίπεδο είναι των καταναλωτών της 2ης τάξης (αλεπού, κουκουβάγια, σπουργίτι).



2. Οι οργανισμοί έχουν ανάγκη από ενέργεια την οποία εξασφαλίζουν με την τροφή τους. Οι τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών μπορούν να περιγραφούν, από τους επιστήμονες που τις μελετούν, με ποιοτικό ή ποσοτικό τρόπο.

α. Να δώσετε τον ορισμό της έννοιας της τροφικής αλυσίδας (μονάδες 4) και να αναφέρετε αν αποτελεί ποιοτική ή ποσοτική απεικόνιση των τροφικών σχέσεων των οργανισμών (μονάδες 2).

β. Δίνεται η παρακάτω τροφική αλυσίδα ενός χερσαίου οικοσυστήματος:  
μαργαρίτες → έντομα → βάτραχος → φίδι

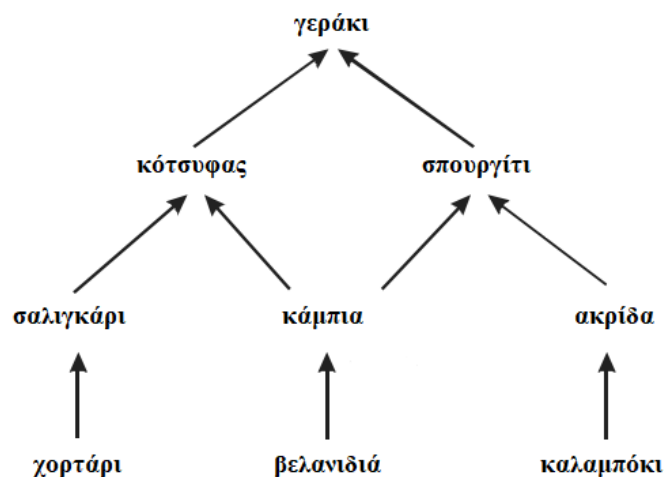
Να εξηγήσετε ποιοι από τους οργανισμούς της αλυσίδας δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια (μονάδες 2). Να προσδιορίσετε τον αριθμό των τροφικών επιπέδων των καταναλωτών του οικοσυστήματος (μονάδες 2) και να αιτιολογήσετε ποιο είναι το τροφικό επίπεδο με τη μικρότερη βιομάζα (μονάδες 3).

Μονάδες 13

α. Τροφική αλυσίδα: Μια απεικόνιση ποιοτικών τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος, στην οποία οι οργανισμοί που συμμετέχουν σχηματίζουν μια αλυσίδα, της οποίας τα βέλη δείχνουν τη ροή ενέργειας από τον καταναλισκόμενο στον καταναλωτή.

β. Οι οργανισμοί που δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια στην αλυσίδα είναι οι μαργαρίτες, που αποτελούν τους παραγωγούς και κάνουν φωτοσύνθεση. Τα τροφικά επίπεδα των καταναλωτών συνίστανται από τα έντομα, τους βατράχους και τα φίδια και είναι τρία. Το επίπεδο με τη μικρότερη βιομάζα θα είναι εκείνο των φιδιών, καθώς έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Την ίδια πτωτική τάση με την ενέργεια παρουσιάζει και η βιομάζα των οργανισμών.

3. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.



α. Να γράψετε το μέγιστο αριθμό τροφικών αλυσίδων που συμμετέχουν στο παραπάνω τροφικό πλέγμα (μονάδες 3). Να υποδείξετε, στη συνέχεια, τις τροφικές αλυσίδες του οικοσυστήματος (μονάδες 4).

β. Να εξηγήσετε πως χαρακτηρίζεται το οικοσύστημα που αναπαριστά το τροφικό πλέγμα με βάση τον τρόπο που εισάγεται η ενέργεια σε αυτό (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Οι τροφικές αλυσίδες είναι 4.

χορτάρι → σαλιγκάρι → κότσυφας → γεράκι

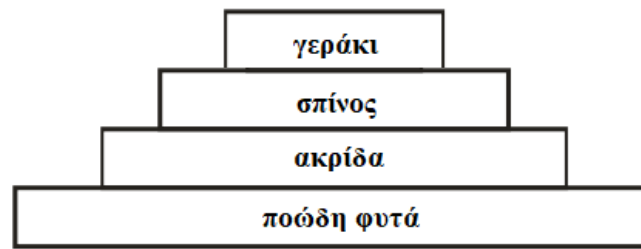
βελανιδιά → κάμπια → κότσυφας → γεράκι

βελανιδιά → κάμπια → σπουργίτι → γεράκι

καλαμπόκι → ακρίδα → σπουργίτι → γεράκι

β. Το οικοσύστημα είναι αυτότροφο γιατί εισάγει όλη την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής του με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας (περιέχει παραγωγούς που συμβάλλουν σε αυτό).

4. Δίνεται η παρακάτω τροφική πυραμίδα ενός δασικού οικοσυστήματος.



α. Στο συγκεκριμένο οικοσύστημα καταμετρήθηκαν από ορνιθολόγους 150 γεράκια με μέσο σωματικό βάρος 3 Kg το καθένα. Να υπολογίσετε τη συνολική βιομάζα των γερακιών (μονάδες 6).

β. Να υπολογίσετε την βιομάζα των άλλων τροφικών επιπέδων (μονάδες 2) και να αιτιολογήσετε τους υπολογισμούς σας (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Με βάση τα παραπάνω οι βιομάζες των οργανισμών θα είναι:

Βιομάζα γερακιών =  $150 \times 3 \text{ Kg} = 450 \text{ Kg}$

β. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται (επειδή ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας ή δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί κλπ) οπότε παρουσιάζεται μια πτωτική τάση στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, 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.

Βιομάζα ακρίδων =  $600 \text{ Kg} \times 10 = 4.500 \text{ Kg}$  Βιομάζα σαλιγκαριών =  $6.000 \text{ Kg} \times 10 = 45.000 \text{ Kg}$

Βιομάζα ποωδών φυτών =  $60.000 \text{ Kg} \times 10 = 450.000 \text{ Kg}$

5. Σε μετρήσεις μιας λίμνης βρέθηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών για τους παραγωγούς της λίμνης, γεγονός που χαροποίησε τους ψαράδες του γειτονικού χωριού, γιατί πίστευαν ότι αυτό θα οδηγήσει σε αύξηση του πληθυσμού των ψαριών, πάνω στον οποίο βασίζεται η οικονομία του χωριού τους.

α. Να γράψετε δύο πιθανές αιτίες που συνέβαλαν στην αύξηση των θρεπτικών συστατικών για τους παραγωγούς της λίμνης (μονάδες 6).

β. Να ονομάσετε το περιβαλλοντικό φαινόμενο στο οποίο μπορεί να οδηγήσει, τελικά, η αύξηση των θρεπτικών συστατικών στη λίμνη (μονάδες 2) και εξηγήσετε αν είχαν δίκιο που χάρηκαν οι ψαράδες αρχικά (μονάδες 5).

Μονάδες 13

α. Πιθανή αιτία αύξησης θρεπτικών συστατικών είναι τα λιπάσματα, που αποπλένονται από το νερό της βροχής (από γειτονικές καλλιέργειες) και τα αστικά λύματα (που περιέχουν νιτρικά και φωσφορικά άλατα), τα οποία καταλήγουν στη λίμνη.

β. Μέσω αυτών των συστατικών, το υδάτινο οικοσύστημα εμπλουτίζεται με νιτρικά και φωσφορικά άλατα. Επειδή, όμως, οι ουσίες αυτές αποτελούν θρεπτικά συστατικά για το φυτοπλαγκτόν, προκαλείται υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού τους. Έτσι, αυξάνεται και ο πληθυσμός του ζωοπλαγκτονικών οργανισμών, που εξαρτώνται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν. Με

το θάνατο των πλαγκτονικών οργανισμών συσσωρεύεται νεκρή οργανική ύλη, η οποία με τη σειρά της πυροδοτεί την αύξηση των αποικοδομητών, δηλαδή των βακτηρίων που την καταναλώνουν. Με την αύξηση όμως των μικροοργανισμών ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του. Έτσι, η ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό γίνεται ολοένα μικρότερη, γεγονός που πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος όπως τα ψάρια που θα πεθαίνουν από ασφυξία. Άρα, πιθανότατα οι ψαράδες δεν είχαν δίκιο που χάρηκαν αρχικά.

6. Ένα οικοσύστημα μπορεί να είναι τόσο μεγάλο όσο ολόκληρη η βιόσφαιρα αλλά και τόσο μικρό όσο ένα δέντρο, όπως ένα έλατο, ύψους 15 μέτρων που φιλοξενεί περίπου 25.000 έντομα (πχ αράχνες, μύγες, σκαθάρια, αφίδες, μυρμήγκια). Τα έντομα αποτελούν τροφή για 80 σπουργίτια που φιλοξενούνται επίσης από το δέντρο.

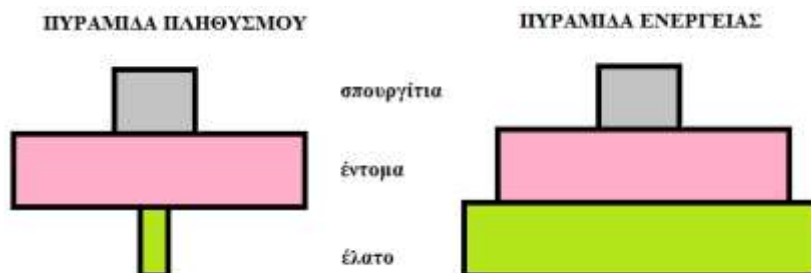
α. Να εξηγήσετε αν το δέντρο χαρακτηρίζεται ως φυσικό αυτότροφο οικοσύστημα ή ως φυσικό ετερότροφο οικοσύστημα (μονάδες 6).

β. Να σχεδιάσετε την τροφική πυραμίδα βιομάζας (μονάδες 3) και πληθυσμού του οικοσυστήματος (μονάδες 3).

Μονάδες 12

α. Το δέντρο χαρακτηρίζεται ως φυσικό αυτότροφο οικοσύστημα. Το συγκεκριμένο οικοσύστημα (δέντρο) εισάγει την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής του με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας και όχι με την μορφή των χημικών ενώσεων όπως στο ετερότροφο οικοσύστημα. Η ενέργεια με την μορφή χημικών ενώσεων διανέμεται μεταξύ των υπολοίπων οργανισμών (έντομα και σπουργίτια) μέσω των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους (ροή ενέργειας).

β.



7. Ένας νέος γεωργός, που καλλιεργεί σιτηρά, θέλει να εμπλουτίσει το χωράφι του με άζωτο χρησιμοποιώντας μια οικολογική μέθοδο.

α. Να προτείνετε την κατάλληλη μέθοδο με εναλλαγή καλλιεργειών (μονάδες 2) και να εξηγήσετε γιατί η εναλλαγή καλλιεργειών θα εμπλουτίσει το χωράφι του με αξιοποιήσιμες μορφές αζώτου για τους παραγωγούς (μονάδες 4).

β. Εάν ο γεωργός επιλέξει τη συμβατική καλλιέργεια χρησιμοποιώντας χημικά λιπάσματα, να εξηγήσετε ποιος κίνδυνος υπάρχει για το γειτονικό ποτάμι της περιοχής (μονάδες 5).

Μονάδες 13

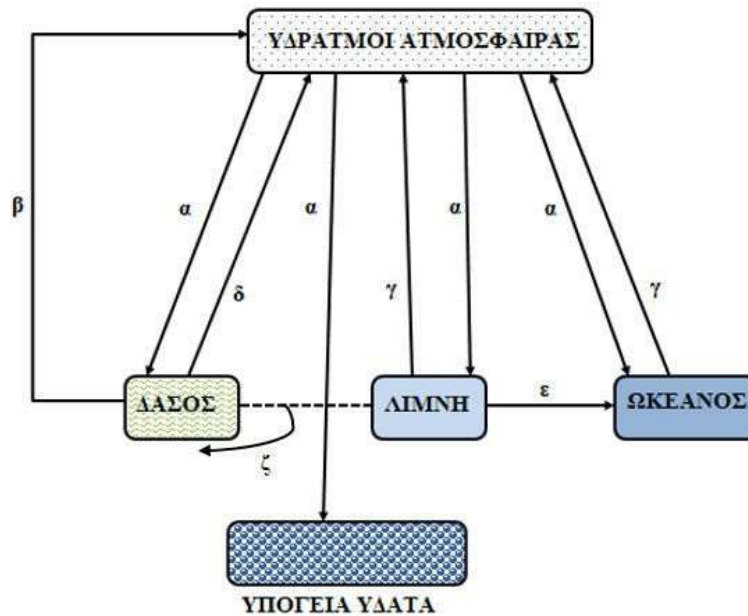
α. Θα επιλέξει την αμειψισπορά, δηλαδή την εναλλαγή στην καλλιέργεια σιτηρών και ψυχανθών.

Τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια ζουν συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών. Αυτά τα βακτήρια

έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα (βιολογική αζωτοδέσμευση), τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τα ψυχανθή. Γι' αυτό το λόγο τα όσπρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. β. Με τη ρίψη χημικών λιπασμάτων στο χωράφι του, 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.

**8.** Ο υδρολογικός κύκλος, ή αλλιώς ο κύκλος του νερού, περιγράφει την παρουσία και την κυκλοφορία του νερού στην επιφάνεια της Γης, καθώς και κάτω απ' αυτή. Ο κύκλος του νερού λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια και επιτρέπει την ύπαρξη της ζωής στον πλανήτη.

α. Το διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζει τον κύκλο του νερού σε διαφορετικά οικοσυστήματα. Να γράψετε τα ονόματα των διαδικασιών που αντιστοιχούν στις θέσεις α, β, γ, δ, ε, ζ (μονάδες 6).



β. Να εξηγήσετε γιατί τα δέλτα των ποταμών, μέσω του κύκλου του νερού, φιλοξενούν μεγάλο αριθμό διαφορετικών φυτικών και ζωικών ειδών (μονάδες 7).

Μονάδες 13

α. α = κατακρημνίσεις, β = διαπνοή (ή επιδερμική εξάτμιση), γ = εξάτμιση, δ = επιδερμική εξάτμιση (ή διαπνοή), ε = επιφανειακή απορροή, ζ = πρόσληψη (από τις ρίζες των φυτών)

β. Τα επιφανειακά ρέοντα ύδατα απομακρύνουν τα θρεπτικά συστατικά, από το χερσαίο περιβάλλον, τα οποία με μακροχρόνιες διαδικασίες γίνονται διαθέσιμα στους οργανισμούς στα δέλτα των ποταμών που εμφανίζουν πολύ υψηλή παραγωγικότητα.

**9.** Ο πολύ θερμός πλανήτης Αφροδίτη εμφανίζει μέση θερμοκρασία 462°C και έχει υψηλή συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρά της.

α. Αν υποθέσουμε ότι για την πολύ υψηλή θερμοκρασία της Αφροδίτης ευθύνεται αποκλειστικά το διοξείδιο του άνθρακα, να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό (μονάδες 6).

β. Να εξηγήσετε γιατί το φαινόμενο που αναφέρατε στο ερώτημα α συνέβαλε στην ανάπτυξη της ζωής στο δικό μας πλανήτη (μονάδες 5) και να το ονομάσετε (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Το φαινόμενο ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην επιφάνεια του πλανήτη απορροφάται κατά ένα μέρος από αυτήν, ενώ κατά ένα άλλο μέρος εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Από το σύνολο της ακτινοβολίας αυτής ένα σημαντικό μέρος δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας της Αφροδίτης. Το υπόλοιπο διαπερνά την ατμόσφαιρα και διαφεύγει πίσω στο διάστημα. Στον πλανήτη Αφροδίτη, λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, δεσμεύεται μεγαλύτερο ποσοστό υπέρυθρης ακτινοβολίας και αυτό συντελεί στην αυξημένη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας της.

β. Αν δεν δεσμεύονταν η υπέρυθρη ακτινοβολία, η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν  $-20^{\circ}\text{C}$ , αντί για τη μέση θερμοκρασία των  $15^{\circ}\text{C}$ , που είναι ευνοϊκή για τη ζωή.

---

**10.** Τα μεγαλύτερα ζώα του πλανήτη μας αποτελούν σχεδόν αποκλειστικά καταναλωτές 1ης τάξης, δηλαδή τρέφονται με παραγωγούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η καμηλοπάρδαλη, η οποία τρέφεται αποκλειστικά με φύλλα και βλαστούς ψηλών δέντρων.

α) Να εξηγήσετε ποιοι οργανισμοί χαρακτηρίζονται ως καταναλωτές 1ης τάξης και ποιοι ως παραγωγοί (μονάδες 6).

β) Να εξηγήσετε, με βάση τις απώλειες ενέργειας που παρατηρούνται μεταξύ των οργανισμών των τροφικών επιπέδων, γιατί συνήθως ένα μεγαλόσωμο ζώο είναι φυτοφάγο (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Οι ετερότροφοι οργανισμοί διακρίνονται σε καταναλωτές και αποικοδομητές. Οι καταναλωτές, ανάλογα με «τον αριθμό των βημάτων» που τους χωρίζουν από τους παραγωγούς, διακρίνονται σε καταναλωτές 1ης, 2ης κτλ τάξης. Ως καταναλωτές πρώτης τάξης χαρακτηρίζονται τα φυτοφάγα ζώα, τα οποία τρέφονται με παραγωγούς. Οι παραγωγοί είναι οι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν, έχουν δηλαδή την ικανότητα να δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και να την αξιοποιούν για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό).

β. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Γι αυτό το λόγο, τα μεγαλόσωμα ζώα του πλανήτη, που έχουν μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις, προτιμούν να τρέφονται απευθείας από παραγωγούς, οι οποίοι περιέχουν τη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας των οικοσυστημάτων.

---

**11.** Στο γειτονικό ποτάμι μιας επαρχιακής πόλης απορρίπτονται τα παραπροϊόντα της επεξεργασίας μιας παράκτιας βιοτεχνίας. Οι ιδιοκτήτες της βιομηχανίας υποστηρίζουν ότι οι χημικές ουσίες που απορρίπτονται στο ποτάμι είναι σχετικά αβλαβείς σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Οι κάτοικοι, όμως, της πόλης διαμαρτύρονται στην πολιτεία γιατί τα απορρίμματα αυτά προστίθενται στο ποτάμι σε καθημερινή βάση.

α. Να εξηγήσετε αν είναι δυνατόν κάποιες ουσίες, ακόμη και αν είναι σχετικά αβλαβείς σε μικρές συγκεντρώσεις, να αποτελέσουν απειλή για το οικοσύστημα, αν προστίθενται τακτικά σε αυτό (μονάδες 6).

β. Μετά από χημική ανάλυση των παραπροϊόντων που ζήτησαν οι κάτοικοι, διαπιστώθηκε ότι αυτά περιείχαν βαρέα μέταλλα και σύνθετες οργανικές ενώσεις. Να περιγράψετε τις συνέπειες που μπορεί να έχουν οι ουσίες αυτές για το οικοσύστημα (μονάδες 6).

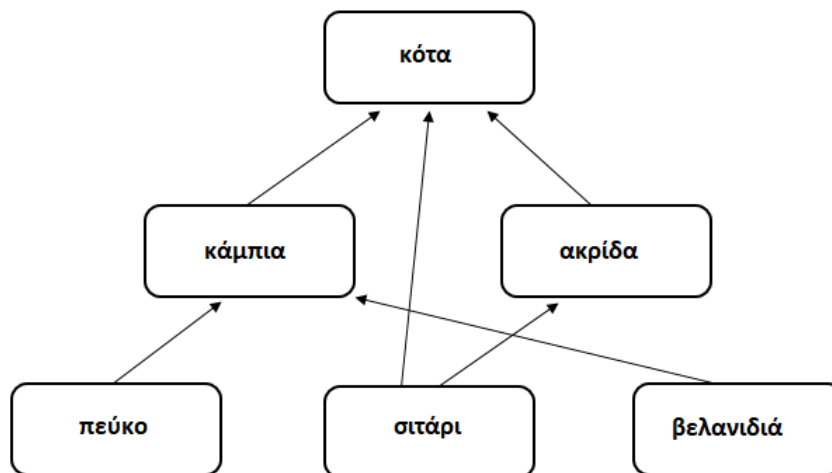
Μονάδες 12

α. Ναι, μπορεί να αποτελέσουν απειλή για το οικοσύστημα. Στις περισσότερες περιπτώσεις

κριτήριο για την απειλή που συνιστούν οι ρύποι για το περιβάλλον δεν είναι τόσο η ποιότητά τους όσο ο ρυθμός με τον οποίο προστίθενται σε ένα οικοσύστημα. Για το λόγο αυτό, είναι δυνατό μια αβλαβής σε μικρές συγκεντρώσεις ουσία να καταστεί απειλητική, αν ο ρυθμός εισαγωγής της στο οικοσύστημα είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό απομάκρυνσης ή αδρανοποίησής της από τους ειδικούς μηχανισμούς αποκατάστασης της ισορροπίας, που διαθέτουν όλα τα οικοσυστήματα.

β. Τα βαρέα μέταλλα και οι σύνθετες οργανικές ουσίες, οι οποίες δεν διαλύονται στο νερό, μπορούν να διαταράξουν την ισορροπία του οικοσυστήματος και να εγκυμονούν κινδύνους για την ζωή των οργανισμών που ζουν σε αυτό. Οι ουσίες αυτές μπορούν να συσσωρευτούν μέσω των τροφικών αλυσίδων στον άνθρωπο ή σε άλλους ανώτερους καταναλωτές και να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία τους, λόγω του φαινομένου της βιοσυσσώρευσης.

**12.** Το παρακάτω τροφικό πλέγμα απεικονίζει τις τροφικές σχέσεις ανάμεσα στους οργανισμούς σε μια αγροτική περιοχή.



α. Να περιγράψετε το κριτήριο που θα χρησιμοποιούσατε ώστε να διακρίνετε τους οργανισμούς του διαγράμματος σε παραγωγούς και καταναλωτές (μονάδες 4). Να αναφέρετε ποια άλλη κατηγορία οργανισμών του οικοσυστήματος, που δεν απεικονίζεται στο τροφικό πλέγμα, αποτελεί τους ετερότροφους οργανισμούς του οικοσυστήματος (μονάδες 2).

β. Ποιος από τους οργανισμούς του τροφικού πλέγματος συμπεριφέρεται ταυτόχρονα και ως καταναλωτής 1ης και ως καταναλωτής 2ης τάξης (μονάδες 2); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Οι οργανισμοί που ζουν σε ένα οικοσύστημα διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζουν την τροφή τους, σε παραγωγούς και καταναλωτές. (Συγκεκριμένα, οι παραγωγοί παράγουν οι ίδιοι τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους. Οι υπόλοιποι ετερότροφοι οργανισμοί παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους). Άλλη μία κατηγορία ετερότροφων οργανισμών είναι οι αποικοδομητές, δηλαδή βακτήρια και μύκητες του εδάφους που οξειδώνουν τη νεκρή οργανική ύλη.

β. Η κότα συμπεριφέρεται ταυτόχρονα και ως καταναλωτής 1ης και ως καταναλωτής 2ης τάξης.

Συγκεκριμένα:

Καταναλωτής 1ης τάξης (σιτάρι → κότα) και καταναλωτής 2ης τάξης (πεύκο → κάμπια → κότα  
εναλλακτικά: σιτάρι → ακρίδα → κότα  
βελανιδιά → κάμπια → κότα).

---

**13.** Με τη βιομηχανική επανάσταση, στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα, άρχισε η συστηματική χρήση των ορυκτών καυσίμων, με αποτέλεσμα να προκληθούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα στον πλανήτη μας.

α. Να περιγράψετε τους δύο βασικούς τρόπους με τους οποίους ο άνθρωπος παρεμβαίνει στον κύκλο του άνθρακα (μονάδες 6).

β. Οι παραπάνω παρεμβάσεις του ανθρώπου μπορεί να έχουν δυσάρεστες συνέπειες για το κλίμα του πλανήτη. Να αναφέρετε το σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα με το οποίο σχετίζονται οι παραπάνω παρεμβάσεις του ανθρώπου (μονάδες 2) και να περιγράψετε δύο επιπτώσεις που θα επιφέρει αυτό το περιβαλλοντικό πρόβλημα στα οικοσυστήματα του πλανήτη μας (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Ένας τρόπος παρέμβασης τους ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα είναι η εντατική εξόρυξη και η καύση του άνθρακα, η οποία απελευθέρωσε τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ο δεύτερος τρόπος παρέμβασης σχετίζεται με τη μείωση των παραγωγών: το διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύεται από τους παραγωγούς για να χρησιμοποιηθεί στην φωτοσύνθεση. Η καταστροφή ωστόσο των δασών (είτε λόγω της υλοτόμησης, είτε λόγω των εκχερσώσεων) περιορίζει σημαντικά το συνολικό αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη. (Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται ο ρυθμός απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα από τους παραγωγούς, γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με την εντατική καύση των ορυκτών καυσίμων, οδηγεί σε αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα).

β. Το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα με το οποίο σχετίζονται οι παραπάνω παρεμβάσεις του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα είναι η εντατικοποίηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δυο σημαντικά αρνητικά αποτελέσματα που θα επιφέρει αυτή η εντατικοποίηση θα είναι η τήξη των πολικών πάγων η οποία θα οδηγήσει σε αύξηση στη στάθμη της θάλασσας και επομένως στην απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων οι οποίες θα καλυφθούν από νερό. Είναι επίσης πολύ πιθανό πολλές γόνιμες περιοχές να μετατραπούν σε άγονες και αντίστροφα.

---

**14.** Σ' ένα παράλιο οικοσύστημα, στο οποίο θεωρούμε ότι δεν υπάρχουν μετακινήσεις των πληθυσμών, ζουν σαρδέλες (τρέφονται με ζωπλαγκτόν), γλάροι (τρέφονται με σαρδέλες), φυτοπλαγκτόν και ζωπλαγκτόν. Η ενέργεια που περιέχεται συνολικά σε όλες τις σαρδέλες είναι 5.000 KJ.

α. Να εξηγήσετε ποιοι οργανισμοί ανήκουν στο ανώτερο τροφικό επίπεδο του οικοσυστήματος (μονάδες 3) και να σχεδιάσετε την τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος (μονάδες 3).

β. Αν η μέση ενέργεια, που αποθηκεύει κάθε σαρδέλα στο σώμα της είναι 25 KJ, να υπολογίσετε τον πληθυσμό των σαρδελών (μονάδες 3), καθώς και τη συνολική ενέργεια που περιέχεται σε κάθε τροφικό επίπεδο του συγκεκριμένου οικοσυστήματος (μονάδες 3).

Μονάδες 12

α. Το ανώτερο τροφικό επίπεδο του οικοσυστήματος συνίσταται από τους γλάρους, οι οποίοι θεωρούνται οι κορυφαίοι καταναλωτές, του συγκεκριμένου οικοσυστήματος, καθώς δεν κατα-



ναλώνονται από κάποιον άλλο ανώτερο καταναλωτή. Η τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος είναι η εξής:

φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → σαρδέλες → γλάροι.

β. Στο οικοσύστημα υπάρχουν  $5.000 \text{ KJ} / 25 \text{ KJ} = 200$  σαρδέλες (πληθυσμός σαρδελών).

Από το ένα τροφικό επίπεδο του οικοσυστήματος στο επόμενο, παρατηρείται πτωτική τάση στην ενέργεια της τάξης του 90%, δηλαδή μόνο το 10% της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου μεταφέρεται στο επόμενο τροφικό επίπεδο. Άρα, η ενέργεια στο τροφικό επίπεδο των γλάρων, που τρέφονται από τις σαρδέλες θα είναι  $5.000 \text{ KJ} \times 10\% = 500 \text{ KJ}$ . Ομοίως, η ενέργεια στο επίπεδο του ζωοπλαγκτού θα είναι  $5.000 \text{ KJ} \times 10 = 50.000 \text{ KJ}$  και η ενέργεια στο επίπεδο του φυτοπλαγκτού θα είναι  $50.000 \text{ KJ} \times 10 = 500.000 \text{ KJ}$ .

---

**15.** Η Οικολογία είναι ο κλάδος της βιολογίας που μελετά τις σχέσεις των οργανισμών με το περιβάλλον τους.

α. Η έννοια του οικοσυστήματος αποτελεί θεμελιώδη έννοια για την Οικολογία. Να περιγράψετε τις προϋποθέσεις, που πρέπει να υπάρχουν, για να θεωρείται ως οικοσύστημα ένα σύστημα μελέτης (μονάδες 6).

β. Να αναφέρετε τις απαραίτητες προϋποθέσεις, που πρέπει να ισχύουν, για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Για να θεωρείται ένα σύστημα μελέτης οικοσύστημα, πρέπει να περιλαμβάνει τους παρακάτω παράγοντες:

τους βιοτικούς παράγοντες, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σε μια περιοχή, τους αβιοτικούς παράγοντες, δηλαδή το κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τη σύσταση του εδάφους κ. α., τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ όλων των παραπάνω.

β. Οι προϋποθέσεις που πρέπει να ισχύουν για την διατήρηση των οικοσυστημάτων είναι:

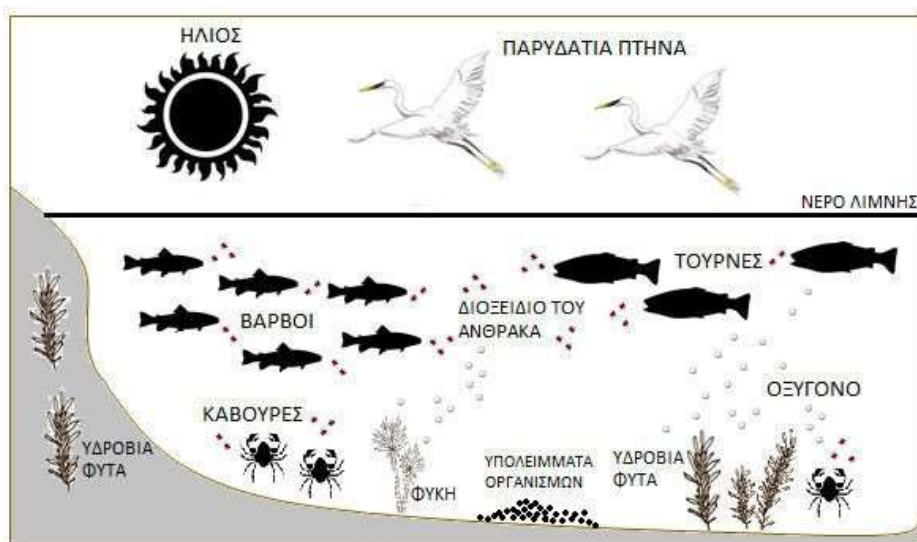
Η συνεχής προσφορά ενέργειας.

Η διανομή της ενέργειας (ροή της ενέργειας), η οποία εξασφαλίζεται μέσω των τροφικών σχέσεων, που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος.

Η ανακύκλωση των διαφόρων χημικών στοιχείων, ώστε να είναι συνεχώς διαθέσιμα στους οργανισμούς του οικοσυστήματος και η οποία εξασφαλίζεται μέσω των βιογεωχημικών κύκλων τους.

---

**16.** Στο σχήμα απεικονίζονται ένα λιμναίο οικοσύστημα και μερικοί από τους οργανισμούς που φιλοξενούνται σε αυτό.



α. Να ονομάσετε τους διαφορετικούς πληθυσμούς που διακρίνετε στο οικοσύστημα (μονάδες 6).

β. Να εξηγήσετε αν το συγκεκριμένο οικοσύστημα είναι αυτότροφο ή ετερότροφο με δεδομένο ότι η λίμνη είναι αβαθής (μονάδες 2). Να αναφέρετε τους αβιοτικούς παράγοντες που απεικονίζονται στο συγκεκριμένο οικοσύστημα (μονάδες 5).

Μονάδες 13

α. Στο λιμναίο οικοσύστημα υπάρχουν 6 διαφορετικοί πληθυσμοί:

1. παρυδάτια πτηνά, 2. βάρβοι, 3. τούρνες, 4. κάβουρες, 5. φύκη και 6. υδρόβια φυτά.

β. Το λιμναίο οικοσύστημα είναι αυτότροφο γιατί εισάγει την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής του (με δεδομένο ότι η λίμνη είναι αβαθής) με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι αβιοτικοί παράγοντες του οικοσυστήματος που υποδεικνύονται είναι ο ήλιος, το νερό της λίμνης, το οξυγόνο, τα υπολείμματα των οργανισμών και το διοξείδιο του άνθρακα.

**17.** Οι επιστήμονες έχουν μετρήσει την κινητική της τιμής του pH, σε κοραλλιογενείς υφάλους της θάλασσας. Στους υφάλους αυτούς αναπτύσσονται φωτοσυνθετικά άλγη, ενώ επίσης υπάρχουν κοράλλια που είναι ζωικοί οργανισμοί. Εντός 24ωρου, η τιμή του pH αυξομειώνεται από pH=7 (ελάχιστη τιμή, που υποδεικνύει την αύξηση ιόντων  $H^+$  στους υφάλους) κατά τις νυχτερινές ώρες, σε pH=10 (μέγιστη τιμή, που υποδεικνύει μείωση της συγκέντρωσης ιόντων  $H^+$ ) κατά τις πιο ηλιόλουστες στιγμές της ημέρας.

α. Να ονομάσετε τη διαδικασία την οποία επιτελούν τα φωτοσυνθετικά άλγη (μονάδες 2) και να εξηγήσετε με ποιο τρόπο αυτή συμμετέχει στον κύκλο του άνθρακα στους κοραλλιογενείς υφάλους (μονάδες 4).

β. Αν γνωρίζετε ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι μία χημική ένωση που ελαττώνει το pH της θάλασσας, και ότι η απορρόφηση του από τα άλγη πραγματοποιείται πιο έντονα κατά τη διάρκεια της ημέρας, να εξηγήσετε τις εναλλαγές της τιμής του pH κοντά στους κοραλλιογενείς υφάλους της θάλασσας (μονάδες 7).

Μονάδες 13

α. Η διαδικασία που επιτελούν τα άλγη είναι η φωτοσύνθεση. Ο άνθρακας εισέρχεται στα οικοσυστήματα με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα παραλαμβάνεται από τους παραγωγούς προκειμένου να μετατραπεί, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, σε γλυκόζη.

β. Οι αλλαγές αυτές προκαλούνται από τις αλλαγές στη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στο θαλασσινό νερό, όπου βρίσκονται οι κοραλλιογενείς ύφαλοι. Το βράδυ, δεν παρατηρείται μεγάλη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από τα άλγη (μάλιστα τα ίδια αναπνέουν, άρα εκλύουν διοξείδιο του άνθρακα με την κυτταρική αναπνοή), οπότε αυξάνεται η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στο νερό της θάλασσας. Το CO<sub>2</sub> οδηγεί σε πτώση του pH της θάλασσας. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> μειώνεται στο νερό, αφού απορροφάται περισσότερο από τα άλγη με τη φωτοσύνθεση. Επομένως κατά τη διάρκεια της μέρας αυξάνεται το pH του νερού.

---

**18.** Σε ένα οικοσύστημα, όπου συναντάμε ψάρια και ψαροπούλια, ζωοπλαγκτόν και φυτοπλαγκτόν, βρέθηκε ότι η συνολική ενέργεια στο επίπεδο των ψαριών είναι 500.000 KJ.

α. Να σχεδιάσετε την τροφική αλυσίδα (μονάδες 2) και την τροφική πυραμίδα ενέργειας του οικοσυστήματος (μονάδες 4).

β. Αν γνωρίζουμε ότι η φυτική βιομάζα στο παραπάνω οικοσύστημα είναι 100.000Kg, να υπολογίσετε την βιομάζα των ψαριών που μπορεί να υποστηρίξει το οικοσύστημα (μονάδες 5), καθώς και την ενέργεια που περιέχουν 1Kg ψαριών (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Η τροφική αλυσίδα έχει ως εξής: φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → ψάρια → ψαροπούλια. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Εφόσον η ενέργεια που περιέχεται στο επίπεδο το ψαριών είναι 500.000 KJ, η τροφική πυραμίδα ενέργειας έχει ως εξής:

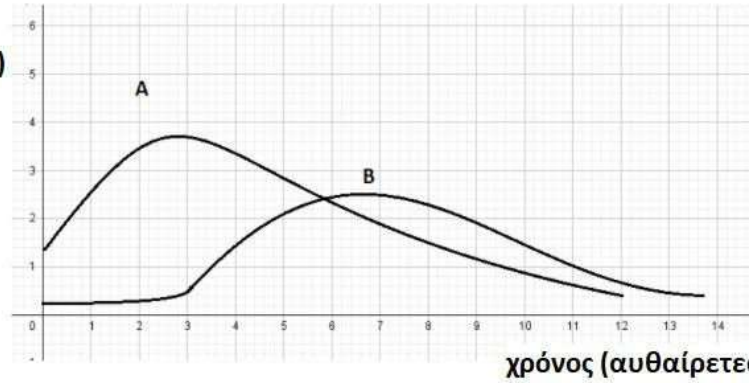


β. Αν γνωρίζουμε ότι η φυτική βιομάζα στο παραπάνω οικοσύστημα είναι 100.000 Kg και ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας (άρα και της βιομάζας) ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται, τότε η βιομάζα στο επίπεδο των ψαριών είναι 1000 Kg (1tn). Επομένως, αφού αυτά περιέχουν συνολική ενέργεια 500.000 KJ, η ενέργεια που περιέχεται σε 1 Kg ψαριών υπολογίζεται:  $1 \times 500.000 / 1000 = 500$  KJ.

---

**19.** Στο παρακάτω διάγραμμα παριστάνονται οι πληθυσμοί δύο ειδών πρωτοζώων σε δείγματα από στάσιμα νερά σε συνάρτηση με το χρόνο. Μετά από μικροσκοπική παρατήρηση νωπών παρασκευασμάτων, οι μικροοργανισμοί ταυτοποιήθηκαν και διαπιστώθηκε ότι πρόκειται για τα πρωτόζωα *Paramecium* και *Didinium*. Η μικροσκοπική παρατήρηση υπέδειξε, επίσης, ότι το *Didinium* τρέφεται από το *Paramecium*, καθώς παρατηρήθηκαν άτομα του δεύτερου να “κατασπαράσσονται” από τα άτομα του πρώτου. Με βάση αυτά μπορείτε:

αριθμός μικροβίων  
(αυθαίρετες μονάδες)



χρόνος (αυθαίρετες μονάδες)

α. Να αντιστοιχίσετε τις καμπύλες Α και Β στα δύο είδη μικροβίων (μονάδες 2) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας από τη μορφή των καμπυλών (μονάδες 4).

β. Μετά από ακτινοβόληση των δειγμάτων του νερού και μικροσκοπική παρατήρηση στη συνέχεια ανιχνεύθηκαν κάποια ενδοσπόρια. Να εξηγήσετε αν είναι δυνατόν να προήλθαν από κάποιο από τα παραπάνω πρωτόζωα (μονάδες 2) και να αναφέρετε ποια άλλη κατηγορία μικροοργανισμού πιθανότατα υπάρχει στο συγκεκριμένο οικοσύστημα (μονάδες 2). Με βάση τα παραπάνω να προτείνετε μια πιθανή τροφική αλυσίδα, που ισχύει στα στάσιμα νερά που εξετάστηκαν, θεωρώντας ότι ο μικροοργανισμός που συνυπάρχει στο συγκεκριμένο οικοσύστημα με τα πρωτόζωα μπορεί να παράγει μόνος του την ενέργεια που χρειάζεται για την επιβίωσή του (μονάδες 2).

12 Μονάδες

α. Η καμπύλη Α αντιστοιχεί στο *Paramecium* και η Β στο *Didinium*. Εφόσον το *Paramecium* αποτελεί τροφή για το *Didinium*, το *Paramecium* βρίσκεται στο αμέσως προηγούμενο τροφικό επίπεδο. Άρα ο πληθυσμός του *Paramecium* αυξάνεται πριν από αυτόν του *Didinium* και αποκτά μεγαλύτερη τιμή από αυτόν. Πράγματι η καμπύλη Α αποκτά τη μέγιστη τιμή της πριν από την καμπύλη Β και η μέγιστη τιμή της Α είναι μεγαλύτερη από αυτήν της Β. Επίσης, παρατηρούμε ότι η καμπύλη Α αρχίζει να φθίνει όταν η καμπύλη Β αρχίζει να αυξάνεται, πράγμα που δικαιολογείται από το γεγονός ότι τα άτομα του *Paramecium* αρχίζουν να μειώνονται όταν τα άτομα του *Didinium* τα τρώνε, αυξάνοντας αυτά τον πληθυσμό τους. Στη συνέχεια ο πληθυσμός των *Didinium* θα μειωθεί λόγω της μείωσης του πληθυσμού του *Paramecium* που κατανάλωσε.

β. Τα πρωτόζωα δεν σχηματίζουν ενδοσπόρια, άρα αποκλείεται τα ενδοσπόρια να προέκυψαν από κάποιο από τα παραπάνω πρωτόζωα. Τα βακτήρια σε αντίξοες συνθήκες, όπως, στην προκειμένη περίπτωση, υπό τη δράση ακτινοβολιών, μετατρέπονται σε ανθεκτικές μορφές, τα ενδοσπόρια. Επομένως, στα νερά συνυπάρχει με τα πρωτόζωα και τουλάχιστον ένα είδος φωτοσυνθετικού βακτηρίου (πιθανότατα κυανοβακτήριο) και, εφόσον γνωρίζουμε ότι το *Didinium* τρέφεται από το *Paramecium*, μια πιθανή τροφική αλυσίδα στο οικοσύστημα είναι η εξής: Βακτήρια → *Paramecium* → *Didinium*.

**20.** Η λάβα είναι διάπυρη ύλη, από τηγμένα πετρώματα, που εξέρχεται από τα ηφαίστεια. Αρχικά, όταν εξέρχεται στην επιφάνεια, έχει θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 700° C και 1200° C. Γνωρίζοντας ότι η μεγαλύτερη θερμοκρασία επιβίωσης οργανισμού παρατηρήθηκε σε ένα υπερθερμόφιλο αρχαιοβακτήριο, το Strain 121, που ζει στα βάθη του Ειρηνικού ωκεανού, στους 121° C:

α. Να εξηγήσετε αν η περιοχή γύρω από ένα ηφαίστειο, στην οποία εξέρχεται η λάβα, μπορεί να θεωρηθεί οικοσύστημα (με βάση τον ορισμό του οικοσυστήματος) (μονάδες 6).

β. Πολλοί μικροοργανισμοί, όπως το Strain 121, ζουν στα βάθη των ωκεανών όπου δεν φτάνει η ηλιακή ενέργεια. Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορούν και προσλαμβάνουν τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους (μονάδες 3) και με βάση αυτό το δεδομένο, να εξηγήσετε σε ποιες δύο κατηγορίες οργανισμών των οικοσυστημάτων μπορεί να ανήκουν (μονάδες 4).

Μονάδες 13

α. Το οικοσύστημα είναι ένα σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει τους βιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το σύνολο των οργανισμών που ζουν σ' αυτήν, τους αβιοτικούς παράγοντες της περιοχής, καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Σύμφωνα με τον ορισμό, και με το δεδομένο ότι η μεγαλύτερη θερμοκρασία επιβίωσης οργανισμών που έχει παρατηρηθεί είναι 121 °C, η περιοχή γύρω από το ηφαίστειο δεν χαρακτηρίζεται ως οικοσύστημα, αφού δεν μπορούν να επιβιώσουν σε αυτή βιοτικοί παράγοντες, δηλ. οργανισμοί.

β. Οι μικροοργανισμοί που ζουν στο βάθος των ωκεανών όπου δε φτάνει η ηλιακή ενέργεια, δεν μπορούν να φωτοσυνθέσουν και χαρακτηρίζονται ως ετερότροφοι, γιατί παραλαμβάνουν με την τροφή τους τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. Οι ετερότροφοι οργανισμοί των οικοσυστημάτων διακρίνονται σε καταναλωτές και αποικοδομητές. Άρα, μπορεί να ανήκουν σε μία από τις δύο αυτές κατηγορίες ετερότροφων μικροοργανισμών.

---

**21.** Η οροσειρά της Ροδόπης, ένα από τα πιο ενδιαφέροντα αυτότροφα οικοσυστήματα της Ελλάδας, καλύπτεται από πυκνά δάση, στα οποία παρατηρείται πλούσια πανίδα και χλωρίδα. Στην πανίδα αυτή ανήκουν κοινά ζώα όπως χελώνες, βάτραχοι, σκίουροι, αλεπούδες και μικρά τρωκτικά, αλλά και σπάνια είδη κορυφαίων καταναλωτών, όπως ο χρυσαετός και φυτοφάγων θηλαστικών, όπως το ζαρκάδι. Ενδιαφέροντα είδη της χλωρίδας της αποτελούν τα σπάνια είδη παραγωγών, σημύδα και ερυθρελάτη. Το κλίμα της οροσειράς χαρακτηρίζεται από βαρείς χειμώνες και θερμά καλοκαίρια, με άφθονες βροχοπτώσεις.

α. Να εξηγήσετε με βάση ποιο κριτήριο το οικοσύστημα της Ροδόπης χαρακτηρίζεται ως αυτότροφο (μονάδες 2). Αφού αναφέρετε ποιοι είναι οι αβιοτικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν τον βιότοπο της οροσειράς (μονάδες 2), να τεκμηριώσετε, βάση αυτών, ότι οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος καθορίζουν τη φύση και τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος (μονάδες 2).

β. Να διατυπώσετε τον ορισμό του τροφικού επιπέδου (μονάδες 3) και να αναφέρετε δύο οργανισμούς του οικοσυστήματος της Ροδόπης για τους οποίους ένας ερευνητής μπορεί να συναντήσει δυσκολίες κατά την κατάταξή τους σε τροφικά επίπεδα, εξηγώντας την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 13

α. Τα οικοσυστήματα που εισάγουν την απαραίτητη ενέργεια για τη διατήρηση της δομής τους, με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας, χαρακτηρίζονται ως αυτότροφα. Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο χαρακτηρίζεται και το οικοσύστημα της Ροδόπης ως αυτότροφο. Αβιοτικοί παράγοντες στον βιότοπο αποτελούν τα χαρακτηριστικά του κλίματος της οροσειράς, δηλαδή οι βαρείς χειμώνες, τα θερμά καλοκαίρια, καθώς και οι άφθονες βροχοπτώσεις. Οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς και καθορίζουν τη φύση του αλλά και τη λειτουργία του. Για παράδειγμα, το πόσο διαθέσιμο είναι το νερό σε ένα οικοσύστημα καθορίζει την ποικιλία των οργανισμών που ζουν σ' αυτό αλλά και τις μεταξύ τους σχέσεις. Αν, για παράδειγμα, η βροχόπτωση σε μια περιοχή είναι μεγάλη, όπως

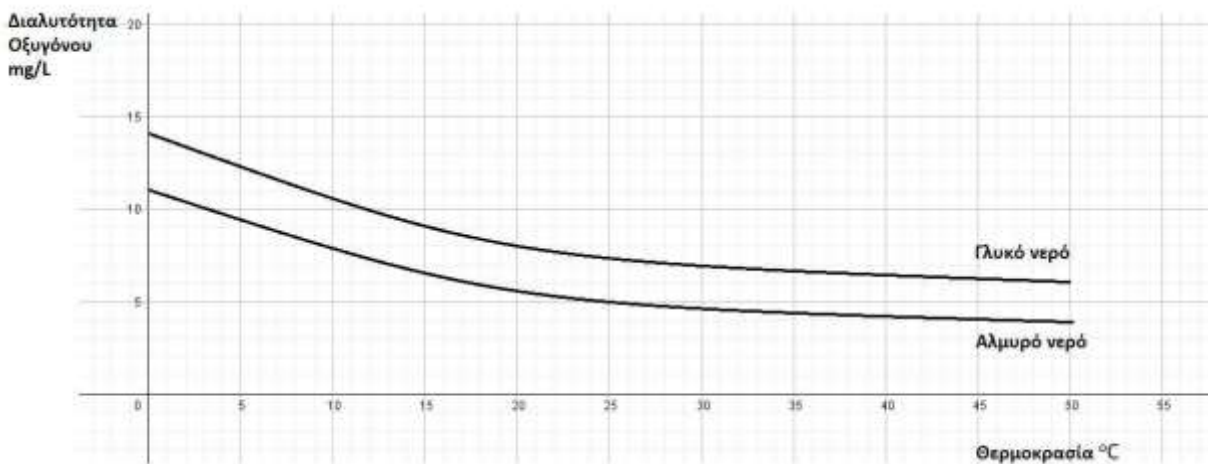
στο οικοσύστημα της Ροδόπης, ευνοείται η αύξηση του πληθυσμού των διαφορετικών φυτικών ειδών και κατ' επέκταση η αύξηση του πληθυσμού των φυτοφάγων ζώων.

β. Τα τροφικά επίπεδα (επάλληλα ορθογώνια) συνιστούν τις τροφικές πυραμίδες, οι οποίες αποτελούν ποσοτικές απεικονίσεις των τροφικών σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος. Σε καθένα από τα τροφικά επίπεδα μίας πυραμίδας περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο και το εμβασμό τους είναι ανάλογο του μεγέθους της μεταβλητής που περιγράφουν. Η κατάταξη των καταναλωτών στα τροφικά επίπεδα δεν είναι πάντοτε εύκολη, όπως και στο συγκεκριμένο οικοσύστημα της Ροδόπης, γιατί:

Υπάρχουν οργανισμοί που μπορεί να αλλάζουν τις διατροφικές τους συνήθειες ανάλογα με την εποχή (π.χ. αλεπού).

Οι διατροφικές προτιμήσεις κάποιων οργανισμών αλλάζουν ανάλογα με το στάδιο της ζωής τους. Για παράδειγμα, ο βάτραχος στο στάδιο του γυρίνου είναι φυτοφάγος, ενώ, όταν μεταμορφωθεί σε ώριμο βάτραχο, γίνεται εντομοφάγος.

**22.** Το νερό περιέχει πολλά αέρια σε διάλυση. Όλα τα αέρια της ατμόσφαιρας είναι διαλυτά στο νερό, παρουσιάζοντας την τάση να διαχέονται στα υδάτινα περιβάλλοντα μέσω του αέρα. Έτσι και το ζωτικό, για τους οργανισμούς των υδάτινων οικοσυστημάτων, οξυγόνο αποτελεί παράδειγμα αερίου που με διάχυση εμπλουτίζει το νερό. Από μελέτη της μεταβολής της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο γλυκό και στο θαλασσινό νερό σε σχέση με τη θερμοκρασία προέκυψε το διάγραμμα που ακολουθεί:



α. Εκτός από τη διάχυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου και με δεδομένο ότι οι κυριότεροι παραγωγοί των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι το φυτοπλαγκτόν, να αναφέρετε ποια άλλη διαδικασία εμπλουτίζει τα οικοσυστήματα αυτά με οξυγόνο (μονάδα 1) και να την περιγράψετε (μονάδες 3). Να εξηγήσετε με βάση τη διαδικασία αυτή, τους χαρακτηρισμούς “παραγωγοί” και “αυτότροφοι”, οι οποίοι αποδίδονται στους φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς (μονάδες 2).

β. Σύμφωνα με τα δεδομένα του διαγράμματος, ποια συμπεράσματα βγάζετε για τη μεταβολή της διαλυτότητας του οξυγόνου σε σχέση με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού (μονάδες 2); Να συσχετίσετε το διάγραμμα με την επίδραση της βιομηχανικής δραστηριότητας στη συγκέντρωση του οξυγόνου στα υδάτινα οικοσυστήματα (μονάδες 5).

Μονάδες 13

α. Η διαδικασία είναι η φωτοσύνθεση, κατά την οποία οι παραγωγοί δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και την αξιοποιούν για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων από απλά

ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό). Οι παραγωγοί είναι οι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν (και παράγουν ενέργεια για όλους τους άλλους οργανισμούς της βιόσφαιρας) και χαρακτηρίζονται επίσης ως αυτότροφοι, διότι παράγουν οι ίδιοι τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους.

β. Στο διάγραμμα παρατηρείται μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού (τόσο για το γλυκό όσο και για το αλμυρό νερό). Το θερμό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις των πυρηνικών αντιδραστήρων και των εργοστασίων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, όταν διοχετεύεται σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και επομένως ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένο σ' αυτό.

---

**23.** Η χώρα μας, ανεξαρτήτως εποχής, συγκαταλέγεται ανάμεσα στους κορυφαίους τουριστικούς προορισμούς στον κόσμο. Σημαντικό ρόλο, εκτός των άλλων, κατέχει η ιδιαίτερη γεωγραφική της θέση αλλά και το μοναδικό της κλίμα. Το συγκεκριμένο κλίμα φημιζόταν ανέκαθεν για τις ευεργετικές του ιδιότητες, τόσο για την καλλιέργεια μοναδικών, για τη θρεπτική τους αξία, φυτικών οργανισμών, όπως η ελιά, όσο και για τις θεραπευτικές του ιδιότητες στο ψυχισμό των ανθρώπων.

α. Να αναφέρετε πως ονομάζεται το συγκεκριμένο κλίμα (μονάδα 1), να περιγράψετε τα χαρακτηριστικά του που το καθιστούν ιδιαίτερο και μοναδικό (μονάδες 4) και να εξηγήσετε δύο μηχανισμούς που ανέπτυξαν τα οικοσυστήματα της χώρας μας, ώστε να προσαρμόζονται και να επανακάμπτουν από την περιοδική εμφάνιση ακραίων φαινομένων (μονάδες 2).

β. Να επισημάνετε δύο λόγους για τους οποίους ένα οικοσύστημα, όπως αυτό της χώρας μας, μπορεί να οδηγηθεί στην ερημοποίηση, εξαιτίας των ανθρώπινων παρεμβάσεων (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Το κλίμα αυτό ονομάζεται μεσογειακό και χαρακτηρίζεται από αλληλοδιαδοχή ενός υγρού και σχετικά ήπιου θερμοκρασιακά χειμώνα με ένα θερμό και ξηρό καλοκαίρι.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα συγκεκριμένων μηχανισμών αναγέννησης μετά από πυρκαγιά αποτελούν ο σχηματισμός νέων βλαστών και φύλλων από υπόγειους οφθαλμούς και η αυξημένη φύτευση σπερμάτων που διασκορπίστηκαν λόγω της φωτιάς.

β. Οι λόγοι για τους οποίους ένα οικοσύστημα, όπως το μεσογειακό, μπορεί να ερημοποιηθεί εξαιτίας των ανθρώπινων παρεμβάσεων είναι: η καταστροφή του από την όξινη βροχή, οι πυρκαγιές και η υπερβόσκηση (εναλλακτικά: η αποψίλωση - σε μικρότερο βαθμό).

---

**24.** Ο Γιάννης επέλεξε να παρακολουθήσει μαθήματα καταδύσεων. Η σχολή στην οποία κατέληξε, εκτός του καταδυτικού προγράμματος, προσέφερε και μία θεωρητική εκπαίδευση πάνω στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Μετά τη θεωρητική εκπαίδευση μια σειρά από ερωτήσεις έδινε στους συμμετέχοντες και πιστοποίηση. Ο Γιάννης χρειάζεται τη βοήθειά σας για να απαντήσει στο ακόλουθο τελικό θέμα:

Στον υδροβιότοπο που μελετήσατε βρίσκονται οι παρακάτω οργανισμοί: δελφίνια, φυτοπλαγκτόν, μικρά ψάρια, ζωοπλαγκτόν. Εάν η βιομάζα των μικρών ψαριών είναι  $2 \times 10^5$  Kg και η ενέργεια που περιέχεται στο φυτοπλαγκτόν είναι 20 KJ/Kg φυτοπλαγκτόν:

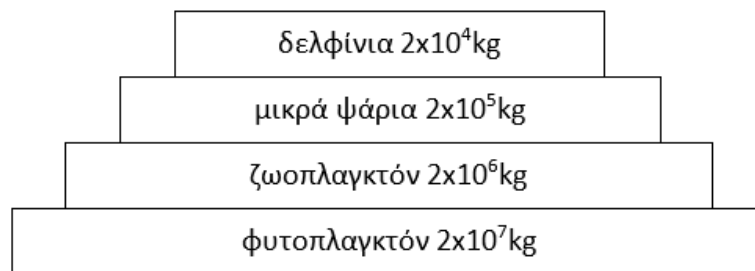
α. Να σχεδιάσετε τη τροφική αλυσίδα του παραπάνω υδροβιότοπου (μονάδα 1), να υπολογίσετε τη βιομάζα των υπόλοιπων τροφικών επιπέδων (μονάδες 3) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη τροφική πυραμίδα (μονάδες 2).

β. Να υπολογίσετε την ενέργεια που περιέχεται σε κάθε τροφικό επίπεδο (μονάδες 4) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη τροφική πυραμίδα (μονάδες 2).

(Να λάβετε υπόψη, ότι οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου τρέφονται αποκλειστικά με οργανισμούς του προηγούμενου τροφικού επιπέδου).

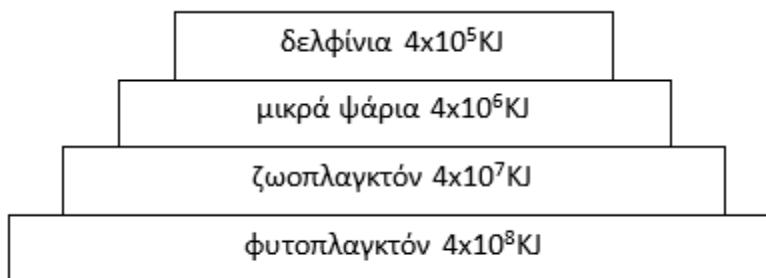
Μονάδες 12

α. Η τροφική αλυσίδα είναι: φυτοπλαγκτόν → ζωοπλαγκτόν → ψάρια → δελφίνια  
Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, 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 αν η βιομάζα των μικρών ψαριών είναι  $2 \times 10^5$  Kg τότε του φυτοπλαγκτόν θα είναι  $2 \times 10^7$  Kg, του ζωοπλαγκτόν θα είναι  $2 \times 10^6$  Kg και των δελφινιών θα είναι  $2 \times 10^4$  Kg.



Τροφική πυραμίδα βιομάζας

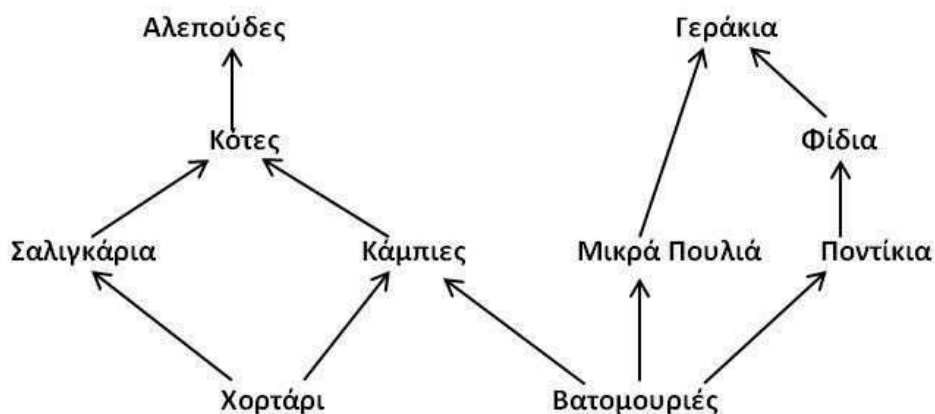
β. Αν σε κάθε κιλό φυτοπλαγκτόν περιέχονται 20 KJ τότε στα  $2 \times 10^7$  Kg φυτοπλαγκτόν θα περιέχονται  $4 \times 10^8$  KJ. Από το ένα τροφικό επίπεδο περνά στο επόμενο το 10%. Επομένως αν η ενέργεια του φυτοπλαγκτόν είναι  $4 \times 10^8$  KJ τότε του ζωοπλαγκτόν θα είναι  $4 \times 10^7$  KJ, των μικρών ψαριών θα είναι  $4 \times 10^6$  KJ και των δελφινιών θα είναι  $4 \times 10^5$  KJ.



Τροφική πυραμίδα ενέργειας

25. Στο ακόλουθο τροφικό πλέγμα απεικονίζονται οι τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στους οργανισμούς ενός χερσαίου οικοσυστήματος.





α. Να γράψετε όλες τις τροφικές αλυσίδες που περιέχονται στο τροφικό πλέγμα (μονάδες 5) και να εξηγήσετε σε ποιο τροφικό επίπεδο και σε ποια τάξη καταναλωτών ανήκουν οι κότες (μονάδες 2).

β. Αν η συνολική βιομάζα των ποντικών είναι 6.000 Kg και η μέση ξηρή μάζα ενός φιδιού είναι 2 Kg, να υπολογίσετε τη βιομάζα των φιδιών (μονάδες 2) και τον αριθμό των φιδιών (μονάδες 2) που ζουν στο εν λόγω οικοσύστημα. Αν υποθέσουμε ότι εξαιτίας μιας ασθένειας θα εξαφανιστούν τα ποντίκια του οικοσυστήματος, να εξηγήσετε τις μεταβολές που θα παρατηρηθούν αρχικά στους πληθυσμούς των βατομουριών και των φιδιών (μονάδες 2).

13 Μονάδες

α. Εμφανίζονται πέντε τροφικές αλυσίδες:

1η: Χορτάρι → Σαλιγκάρια → Κότες → Αλεπούδες. 2η: Χορτάρι → Κάμπιες → Κότες → Αλεπούδες.

3η: Βατομουριές → Κάμπιες → Κότες → Αλεπούδες. 4η: Βατομουριές → Μικρά πουλιά → Γεράκια.

5η: Βατομουριές → Ποντίκια → Φίδια → Γεράκια.

Οι κότες ανήκουν στο 3ο τροφικό επίπεδο και είναι καταναλωτές δεύτερης τάξης καθώς τρέφονται με σαλιγκάρια και κάμπιες που είναι φυτοφάγοι οργανισμοί.

β. Τα φίδια τρέφονται αποκλειστικά με ποντίκια. Αφού η συνολική βιομάζα των ποντικών είναι 6.000 Kg, η συνολική βιομάζα των φιδιών θα είναι 600 Kg. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενο του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του. Με δεδομένο ότι η ξηρή μάζα κάθε φιδιού είναι 2Kg, ο αριθμός των φιδιών είναι  $600 : 2 = 300$  φίδια. Αν εξαφανιστεί ο πληθυσμός των ποντικών, τότε θα εξαφανιστεί αρχικά και ο πληθυσμός των φιδιών τα οποία τρέφονται αποκλειστικά με ποντικούς. Ο πληθυσμός των βατομουριών θα αυξηθεί αρχικά, αφού από το οικοσύστημα εξαφανίζεται ένας σημαντικός καταναλωτής τους (τα ποντίκια).

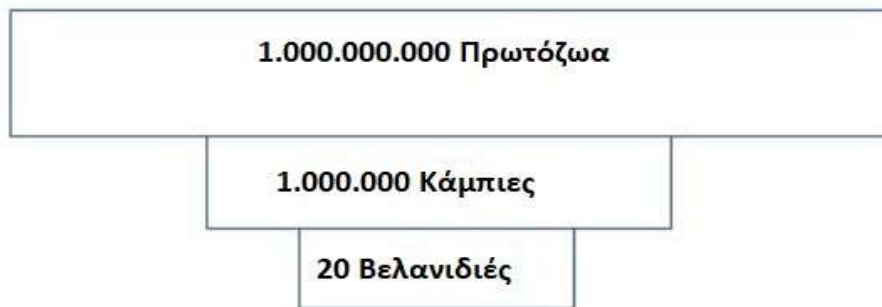
26. Σε ένα χερσαίο οικοσύστημα υπάρχουν 20 βελανιδιές. Σε καθεμία από αυτές ζουν 50.000 κάμπιες και σε καθεμία από τις κάμπιες παρασιτούν 1.000 πρωτόζωα. Αν υποθέσουμε ότι η μέση βιομάζα κάθε κάμπιας είναι 1 g:

α. Να σχεδιάσετε (μονάδες 3) και να εξηγήσετε τη μορφή της πυραμίδας πληθυσμού του συγκεκριμένου οικοσυστήματος (μονάδες 3).

β. Να υπολογίσετε τη βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου (μονάδες 3) και να βρείτε πόσο ζυγίζει κατά μέσο όρο μία βελανιδιά (μονάδα 1), αιτιολογώντας την απάντησή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Συνολικά στο πρώτο τροφικό επίπεδο των παραγωγών υπάρχουν 20 βελανιδιές. Από κάθε βελανιδιά τρέφονται 50.000 κάμπιες, άρα συνολικά υπάρχουν  $20 \times 50.000 = 1.000.000$  κάμπιες. Στο ανώτερο τροφικό επίπεδο (καταναλωτές 2ης τάξης) υπάρχουν  $1.000.000 \times 1.000 = 10^9$  πρωτόζωα (δεδομένου ότι σε κάθε κάμπια παρασιτούν 1.000 πρωτόζωα). Η τροφική πυραμίδα πληθυσμού έχει την ακόλουθη μορφή:



Πρόκειται για μια ανεστραμμένη τροφική πυραμίδα πληθυσμού. Όταν σε ένα οικοσύστημα υπάρχουν παρασιτικές τροφικές σχέσεις, ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων γίνεται ολοένα και μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων.

β. Η βιομάζα των καμπιών είναι:  $1.000.000 \times 1 \text{ g} = 1.000.000 \text{ g} = 1.000 \text{ Kg}$ .

Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενο του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η βιομάζα των πρωτοζώων υπολογίζεται 100 Kg, ενώ η βιομάζα των βελανιδιών 10.000 Kg ή 10 tn. Άρα κάθε δέντρο βελανιδιάς ζυγίζει  $10.000 \text{ Kg} / 20 = 500 \text{ Kg}$  το καθένα.

**27.** Αρκετά συχνά διάφορες οικολογικές οργανώσεις αναδεικνύουν το πρόβλημα της έλλειψης τροφής στις αναπτυσσόμενες χώρες του πλανήτη μας, σε συνδυασμό με την αυξητική τάση που παρουσιάζει το μέγεθος του ανθρώπινου πληθυσμού. Μια από τις λύσεις που προτείνεται είναι να μειωθεί η υπερκατανάλωση κρέατος από τις οικονομικά ανεπτυγμένες κοινωνίες.

α. Να εξηγήσετε που οφείλεται η ελάττωση, τόσο της ενέργειας (μονάδες 4) όσο και της βιομάζας (μονάδες 3) που παρατηρείται από τη βάση προς την κορυφή των αντίστοιχων τροφικών πυραμίδων των οικοσυστημάτων.

β. Να εξηγήσετε, με κριτήριο τις απώλειες της ενέργειας και της βιομάζας στις τροφικές πυραμίδες των οικοσυστημάτων, γιατί η υπερκατανάλωση κρέατος από τις οικονομικά ανεπτυγμένες κοινωνίες επιτείνει το πρόβλημα έλλειψης τροφής στις αναπτυσσόμενες χώρες του πλανήτη μας (μονάδες 3) και να δικαιολογήσετε το λόγο για τον οποίο προτείνεται ως αντιμετώπιση του προβλήματος, η αύξηση της κατανάλωσης παραγωγών στις διατροφικές μας συνήθειες (μονάδες 3).

Μονάδες 13

α. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Αυτό οφείλεται στο ότι:

Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την κυτταρική αναπνοή σε μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας (πχ θερμότητα).

Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί ή όλα τα μέρη τους.

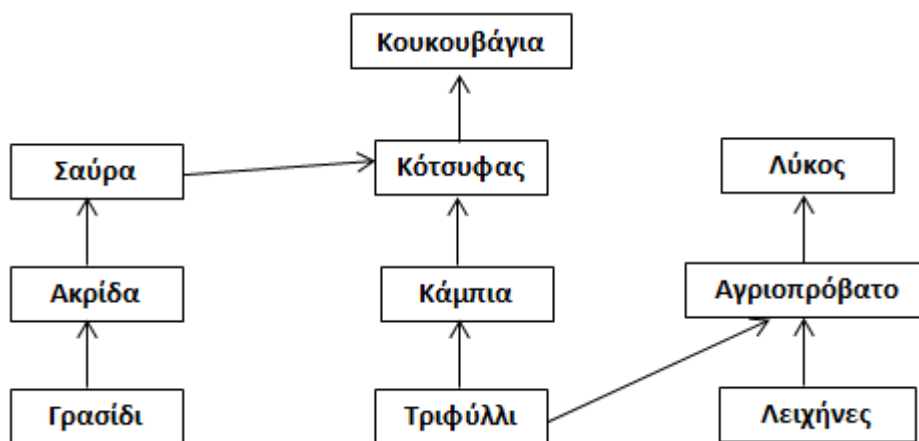
Ορισμένοι οργανισμοί πεθαίνουν.

Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα κόπρανα και τα ούρα (απεκκρίσεις), τα οποία αποικοδομούνται.

Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, όταν μειώνεται η ενέργεια που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενο του, είναι λογικό να μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί και συνεπώς μειώνεται η βιομάζα του.

β. Η υπερκατανάλωση κρέατος, προϋποθέτει την εκτροφή πολλών φυτοφάγων ζώων, τα οποία καταναλώνει ο άνθρωπος. Από τη συνολική ενέργεια και βιομάζα των παραγωγών που καλλιεργούνται για να θρέψουν τα φυτοφάγα αυτά ζώα, στους ανθρώπους καταλήγει περίπου το 1%, αφού μεταξύ των παραγωγών και του ανθρώπου έχουν μεσολαβήσει τα ζώα. Αν όλες αυτές οι εκτάσεις που καλλιεργούνται για την εκτροφή των φυτοφάγων ζώων καλλιεργούνταν με φυτά που θα έτρεφαν απευθείας φυτοφάγους ανθρώπους, θα έφτανε τελικά σε αυτούς το 10% της συνολικής ενέργειας και της βιομάζας των παραγωγών του οικοσυστήματος, δηλαδή, με άλλα λόγια, από την ίδια ενέργεια των παραγωγών θα μπορούσε να συντηρηθεί μεγαλύτερος πληθυσμός ανθρώπων.

**28.** Στο παρακάτω τροφικό πλέγμα απεικονίζονται οι τροφικές σχέσεις των οργανισμών ενός χερσαίου οικοσυστήματος.



α. Να υποδείξετε τους παραγωγούς του οικοσυστήματος (μονάδες 3) και να προβλέψετε τι θα συμβεί αρχικά στον πληθυσμό του γρασιδιού, της σαύρας και του κότσουφα, αν ο πληθυσμός της ακρίδας εξαφανιστεί (μονάδες 3).

β. Να γράψετε τις τροφικές αλυσίδες του οικοσυστήματος (μονάδες 4) και να ονομάσετε έναν καταναλωτή 2ης τάξης (μονάδες 1) και έναν οργανισμό που συμπεριφέρεται ταυτόχρονα ως καταναλωτής 3ης και 4ης τάξης (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Οι παραγωγοί ή αυτότροφοι οργανισμοί του οικοσυστήματος περιλαμβάνουν το γρασίδι, τα τριφύλλια και τις λειχήνες. Το γρασίδι καταναλώνεται αποκλειστικά από τις ακρίδες, συνεπώς

η εξαφάνιση του πληθυσμού της ακρίδας θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του γρασιδιού. Αντίθετα, ο πληθυσμός της σαύρας αρχικά θα μειωθεί και ίσως εξαφανιστεί ή θα μεταναστεύσει σε άλλο γειτονικό οικοσύστημα, διότι η μοναδική πηγή τροφής του είναι η ακρίδα. Αντίθετα, οι κότσυφες, επειδή διαθέτουν και άλλη εναλλακτική πηγή τροφής θα τραφούν από αυτή.

β. Οι τροφικές αλυσίδες είναι:

Γρασίδι → Ακρίδα → Σαύρα → Κότσυφας → Κουκουβάγια

Τριφύλλι → Κάμπια → Κότσυφας → Κουκουβάγια

Τριφύλλι → Αγριοπρόβατο → Λύκος

Λειχήνες → Αγριοπρόβατο → Λύκος

Ένας καταναλωτής 2ης τάξης είναι η σαύρα (εναλλακτικά: ο κότσυφας ή ο λύκος). Ένας καταναλωτής 3ης και 4ης τάξης ταυτόχρονα είναι η κουκουβάγια, στην 2η και 1η τροφική αλυσίδα, αντίστοιχα.

---

**29.** Πολλοί από τους μικροοργανισμούς, όπως για παράδειγμα τα νιτροποιητικά βακτήρια, περνούν όλη τη ζωή τους στο φυσικό περιβάλλον. Άλλοι, προκειμένου να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν, περνούν ένα μέρος ή ολόκληρη τη ζωή τους στο εσωτερικό κάποιου πολυκύτταρου οργανισμού.

α. Να αναφέρετε ποιοι οργανισμοί χαρακτηρίζονται ως μικροοργανισμοί (μονάδες 2), να ονομάσετε τους μικροοργανισμούς που ζουν στο εσωτερικό κάποιου άλλου οργανισμού (μονάδες 2), και να γράψετε πως χαρακτηρίζεται ο οργανισμός που τους “φιλοξενεί” (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε πού ζουν τα νιτροποιητικά βακτήρια (μονάδες 1) και να τα χαρακτηρίσετε με βάση την παθογένειά τους (μονάδες 1). Να εξηγήσετε το ρόλο τους στον βιογεωχημικό κύκλο στον οποίο συμμετέχουν (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Ως μικροοργανισμοί ή μικρόβια χαρακτηρίζονται εκείνοι οι οργανισμοί τους οποίους δεν μπορούμε να διακρίνουμε με γυμνό μάτι, γιατί έχουν μέγεθος μικρότερο από 0,1 mm. Οι μικροοργανισμοί που ζουν στο εσωτερικό κάποιου άλλου οργανισμού χαρακτηρίζονται ως παράσιτα και ο οργανισμός που τους «φιλοξενεί» ως ξενιστής.

β. Τα νιτροποιητικά βακτήρια ζουν στο έδαφος, και ανήκουν στους χρήσιμους ή/και απαραίτητους μικροοργανισμούς (δεν παρουσιάζουν παθογένεια). Συμμετέχουν στον κύκλο του αζώτου και μετατρέπουν την αμμωνία που συγκεντρώνεται στο έδαφος σε νιτρικά ιόντα τα οποία προσλαμβάνονται από τα φυτά.

---

**30.** Το τριφύλλι, η φασολιά και η μπιζελιά ανήκουν στα ψυχανθή, μια ομάδα φυτών που έχουν στις ρίζες τους ειδικά εξογκώματα (φυμάτια) μέσα στα οποία ζουν συμβιωτικά μικροοργανισμοί.

α. Να ονομάσετε τους μικροοργανισμούς που ζουν μέσα στα φυμάτια των ψυχανθών (μονάδες 2) και να αναφέρετε το ρόλο που διαδραματίζουν (μονάδες 4).

β. Να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο τα ψυχανθή συμβάλλουν (εκτός από τον κύκλο του αζώτου) και στον κύκλο του νερού (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Οι μικροοργανισμοί που ζουν στα φυμάτια των ψυχανθών ονομάζονται αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Συμβάλλουν στο κύκλο του αζώτου, δεσμεύοντας το ατμοσφαιρικό άζωτο και μετατρέποντάς το σε νιτρικά ιόντα, μορφή που μπορεί να απορροφηθεί από τα ψυχανθή.

β. Τα ψυχανθή, όπως και οι υπόλοιποι φυτικοί οργανισμοί, παίζουν σημαντικό ρόλο στον κύ-

κλο του νερού: απορροφούν νερό από το έδαφος και συμβάλλουν στην επιστροφή του νερού, μέσω της διαπνοής (απομάκρυνση του νερού μέσω των στομάτων των φύλλων).

Επίσης, το νερό επιστρέφει υπό τη μορφή υδρατμών, πίσω στην ατμόσφαιρα μέσω της επιδερμικής εξάτμισης (εξάτμιση νερού από την επιφάνεια των φύλλων).

---

**31.** Το εντομοκτόνο DDT αρχικά, χρησιμοποιήθηκε μαζικά για να καταπολεμήσει τα κουνούπια, που είναι φορείς του πρωτοζώου πλασμώδιο, που προκαλεί ελονοσία. Ωστόσο, η συνειδητοποίηση των κινδύνων που εγκυμονεί η χρήση του οδήγησε στην αντικατάστασή του από άλλα βιοδιασπώμενα εντομοκτόνα.

α. Να ονομάσετε το φαινόμενο στο οποίο οφείλονται οι κίνδυνοι από τη χρήση του συγκεκριμένου εντομοκτόνου (μονάδες 2) και να το εξηγήσετε (μονάδες 4).

β. Να περιγράψετε σε ποια κατηγορία ρυπαντών ανήκει το DDT (μονάδες 3) και να εξηγήσετε αν τα προβλήματα που δημιουργούνται από τη χρήση του περιορίζονται μόνο στα οικοσυστήματα στα οποία ρίπτεται (μονάδες 4).

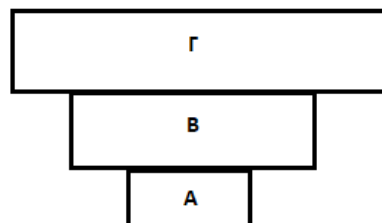
Μονάδες 13

α. Το φαινόμενο κατά το οποίο αυξάνεται η συγκέντρωση τοξικών χημικών ουσιών στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων των οικοσυστημάτων ονομάζεται βιοσυσσώρευση. Το κοινό στοιχείο της επίδρασης των ουσιών που προκαλούν βιοσυσσώρευση είναι ότι δε διασπώνται (μη βιοδιασπώμενες ουσίες) από τους οργανισμούς, με αποτέλεσμα, ακόμη και αν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, να συσσωρεύονται στους κορυφαίους καταναλωτές, καθώς περνούν από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο.

β. Το DDT ανήκει στους πιο τοξικούς ρυπαντές της βιόσφαιρας μαζί με άλλα εντομοκτόνα, κάποια παρασιτοκτόνα και φυσικά τα ραδιενεργά απόβλητα τα παραπροϊόντα των ραδιενεργών εκρήξεων. Η δράση του δεν περιορίζεται μόνο στα οικοσυστήματα που ρίπτεται, αφού στα μέσα της δεκαετίας του 1960 διαπιστώθηκε ότι, εξαιτίας των τεράστιων ποσοτήτων εντομοκτόνου που είχαν ριφθεί στην αφρικανική ήπειρο τα προηγούμενα χρόνια για την καταπολέμηση του κουνουπιού (που είναι ο φορέας του πλασμωδίου που προκαλεί ελονοσία), το εντομοκτόνο είχε συσσωρευτεί ακόμη και στους πιγκουίνους της Ανταρκτικής και στο μητρικό γάλα των Εσκιμώων.

---

**32.** Οι τροφικές πυραμίδες αποτελούν απεικονίσεις των ποσοτικών σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος. Μια τροφική πυραμίδα αποτελείται από τροφικά επίπεδα και μπορεί να αναφέρεται σε βιομάζα, ενέργεια ή σε αριθμό (πληθυσμό) ατόμων .



α. Να χαρακτηρίσετε την παραπάνω τροφική πυραμίδα αναφορικά με το σχήμα της (μονάδες 3). Να εξηγήσετε ποια μεταβλητή θα μπορούσε να περιγράψει αυτή η πυραμίδα (μονάδες 3).

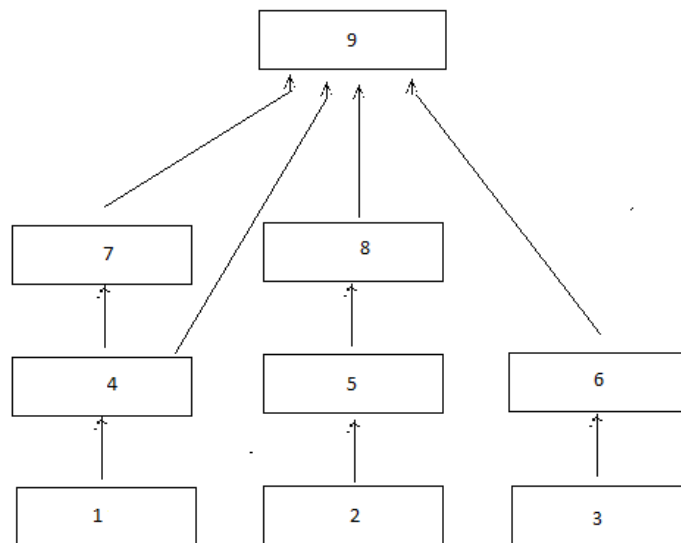
β. Να εξηγήσετε πότε μπορεί να συναντήσουμε μία τέτοια πυραμίδα στα οικοσυστήματα (μονάδες 3). Να χαρακτηρίσετε τους οργανισμούς που παριστάνονται στο τροφικό επίπεδο Α, αναφορικά με τον τρόπο που εξασφαλίζουν την τροφή τους (μονάδες 3).

Μονάδες 12

α. Πρόκειται για μια ανεστραμμένη πυραμίδα. Μια τροφική πυραμίδα, ανάλογα με το αν απεικονίζει τη μεταβολή της δεσμευμένης ενέργειας ή τη μεταβολή της βιομάζας (δηλαδή της ξηρής μάζας των οργανισμών ανά μονάδα επιφάνειας) ή τη μεταβολή του πληθυσμού από το ένα τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος στο άλλο, χαρακτηρίζεται ως πυραμίδα ενέργειας, βιομάζας ή πληθυσμού αντίστοιχα. Η συγκεκριμένη πυραμίδα δεν μπορεί παρά να είναι τροφική πυραμίδα πληθυσμού, καθώς οι τροφικές πυραμίδες βιομάζας και ενέργειας έχουν πάντα πτωτική τάση.

β. Μία τέτοια πυραμίδα μπορεί να σχηματιστεί όταν οι οργανισμοί του οικοσυστήματος σχετίζονται τροφικά μεταξύ τους με παρασιτική σχέση. Το πρώτο τροφικό επίπεδο (Α), που βρίσκεται στη βάση της τροφικής πυραμίδας, είναι αυτό των παραγωγών. Αυτοί οι οργανισμοί, αναφορικά με τον τρόπο διατροφής τους, χαρακτηρίζονται ως αυτότροφοι.

33. Στο παρακάτω τροφικό πλέγμα οι οργανισμοί 1,2, και 3 είναι παραγωγοί ενώ όλοι οι άλλοι είναι καταναλωτές.



α. Να αναφέρετε σε ποιο τροφικό επίπεδο ανήκουν οι οργανισμοί 8 και 9 (μονάδες 6).

β. Αν εξαφανιστεί ο οργανισμός 4 να εξηγήσετε πως μπορεί να επηρεαστούν αρχικά οι οργανισμοί 1, 7, και 8 (μονάδες 3). Πιστεύετε ότι η αλλαγή αυτή θα είναι μόνιμη στο οικοσύστημα (μονάδες 4);

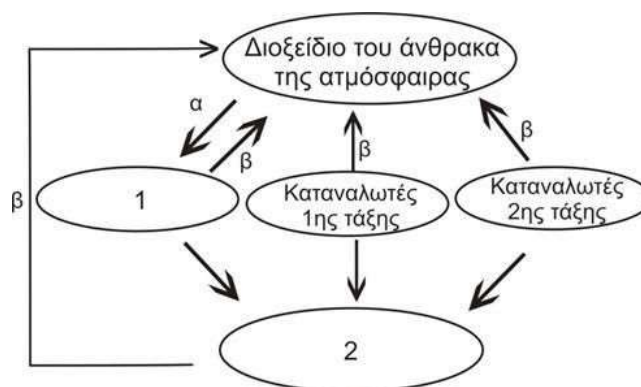
Μονάδες 13

α. Το πρώτο τροφικό επίπεδο είναι αυτό των παραγωγών. Το δεύτερο τροφικό επίπεδο είναι αυτό των καταναλωτών πρώτης τάξης. Το τρίτο τροφικό επίπεδο είναι αυτό των καταναλωτών δεύτερης τάξης κ.ο.κ. Με βάση αυτά λοιπόν, ο οργανισμός 8 ανήκει στο τρίτο τροφικό επίπεδο. Όμως, η κατάταξη των καταναλωτών στα τροφικά επίπεδα δεν είναι πάντοτε εύκολη, επειδή υπάρχουν οργανισμοί που μπορούν να αλλάζουν τις διατροφικές τους συνήθειες ανάλογα με την εποχή. Έτσι, ο οργανισμός 9 ανήκει στο τρίτο τροφικό επίπεδο όταν τρέφεται από τους ορ-

γανισμούς 6 και 4, ενώ όταν καταναλώνει τους οργανισμούς 8 και 7 τοποθετείται στο τέταρτο τροφικό επίπεδο.

β. Ο πληθυσμός του είδους 1 θα αυξηθεί γιατί θα σταματήσει να καταναλώνεται. Τα άτομα του είδους 7 δε θα έχουν να φάνε και θα μεταναστεύσουν ή θα μειωθεί ο πληθυσμός τους. Ο πληθυσμός του είδους 8 θα μειωθεί αρχικά. Αυτό θα συμβεί καθώς τα άτομα του είδους 9, μετά την εξαφάνιση του 4 και την μείωση του πληθυσμού του είδους 7, θα τρέφονται περισσότερο από άτομα από τον πληθυσμό του 8 (αλλά και με άτομα από τους πληθυσμούς των ειδών 6 και 7). Η αλλαγή αυτή δεν θα είναι μόνιμη γιατί οι μηχανισμοί αυτορρύθμισης που διαθέτει κάθε οικοσύστημα (και ιδιαίτερα τα οικοσυστήματα με μεγαλύτερη ποικιλότητα) το κάνουν ικανό να επαναφέρει την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, όποτε μια μεταβολή τείνει να τις απορρυθμίσει.

34. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται τμήμα του βιογεωχημικού κύκλου του άνθρακα.



α. Να αναφέρετε τις κατηγορίες των οργανισμών που αντιστοιχούν στα κενά 1 και 2 (μονάδες 2) και τις διαδικασίες που αντιπροσωπεύουν τα βέλη α και β (μονάδες 2). Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο η διαδικασία β συμμετέχει στον παραπάνω κύκλο (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε ποιο τμήμα του βιογεωχημικού κύκλου του άνθρακα, που περιλαμβάνει την ανθρώπινη παρέμβαση σε αυτόν, δεν απεικονίζεται στο σχήμα (μονάδες 2) και να εξηγήσετε με ποιο σύγχρονο περιβαλλοντικό πρόβλημα σχετίζεται (μονάδες 5).

Μονάδες 13

α. 1→παραγωγοί, 2→αποικοδομητές, α → φωτοσύνθεση, β → κυτταρική αναπνοή (εναλλακτικά: οξείδωση οργανικής ύλης από καταναλωτές και αποικοδομητές). Και στην περίπτωση των καταναλωτών και στην περίπτωση των αποικοδομητών η οργανική ύλη οξειδώνεται, με αποτέλεσμα, αφ' ενός, την απελευθέρωση ενέργειας που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών και, αφ' ετέρου, την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

β. Δεν παρουσιάζεται η καύση των ορυκτών καυσίμων, η οποία τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί πάρα πολύ λόγω των ενεργειακών αναγκών της βιομηχανίας και των μεταφορών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (παράλληλα με την καταστροφή των παραγωγών που το δεσμεύουν) με αρνητικές συνέπειες για το κλίμα του πλανήτη, αφού συνδέεται με το φαινόμενο του Θερμοκηπίου.

35. Οι κάτοικοι μιας περιοχής παρατήρησαν ότι το χρώμα των νερών της γειτονικής τους λίμνης έγινε πράσινο. Ανησύχησαν για το περίεργο αυτό φαινόμενο και ζήτησαν τη βοήθεια της ομάδας των Βιολόγων του Πανεπιστημίου, που ειδικεύεται στη μελέτη των υδάτινων οικοσυστη-

μάτων. Η ομάδα, λοιπόν, αποφάνθηκε πως για την εμφάνιση του φαινομένου στη λίμνη υπεύθυνα είναι τα νερά από τις γειτονικές καλλιέργειες, στις οποίες έγινε κατάχρηση βιομηχανικών λιπασμάτων, και τα οποία, λόγω του φαινομένου της απορροής, κατέληξαν στη λίμνη.

α. Να ονομάσετε το φαινόμενο που παρατηρείται στο παραπάνω οικοσύστημα (μονάδες 2) και να εξηγήσετε πως συμπέρανε η ομάδα των ειδικών την αιτία του, παρατηρώντας απλώς το πράσινο χρώμα των νερών στη λίμνη (μονάδες 4).

β. Να εξηγήσετε αν δικαίως ανησύχησαν οι κάτοικοι για το φαινόμενο αυτό (μονάδες 4) και αν πρέπει να ανησυχήσουν και για τα γειτονικά χερσαία οικοσυστήματα των καλλιεργειών τους (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Το πράσινο χρώμα των νερών είναι ένδειξη ευτροφισμού. Κατά το φαινόμενο αυτό, όπως παρατήρησαν οι ειδικοί, το υδάτινο οικοσύστημα, αφού δεχτεί τα λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής, εμπλουτίζεται με τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα που αυτά περιέχουν. Επειδή όμως οι ουσίες αυτές αποτελούν θρεπτικά συστατικά για τους υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς (φυτοπλαγκτόν), προκαλείται υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού τους. Έτσι εξηγείται το πράσινο χρώμα των νερών στη λίμνη.

β. Μετά την αύξηση των φωτοσυνθετικών οργανισμών, αυξάνεται και ο πληθυσμός των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών, που εξαρτώνται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν. Με το θάνατο των πλαγκτονικών οργανισμών συσσωρεύεται νεκρή οργανική ύλη, η οποία με τη σειρά της πυροδοτεί την αύξηση των αποικοδομητών. Με την αύξηση όμως των μικροοργανισμών ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του. Έτσι 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. Επομένως δικαίως ανησύχησαν οι κάτοικοι της περιοχής. Ωστόσο, δεν συντρέχει λόγος ανησυχίας για τα χερσαία οικοσυστήματα των καλλιεργειών, όπου το οξυγόνο δεν είναι περιορισμένο (όπως στα υδάτινα), οπότε και οποιαδήποτε κατάχρηση νιτρικών και φωσφορικών αλάτων δεν θα προκαλέσει παρόμοιο φαινόμενο.

**36.** Τα ελληνικά λιβάδια αποτελούν μοναδικά οικοσυστήματα, στα οποία οφείλει η χώρα μερικά από τα πολυτιμότερα προϊόντα της, όπως τη φέτα, αλλά και μεγάλο αριθμό βασικών συστατικών της διάσημης ελληνικής μεσογειακής διατροφής, όπως τα χόρτα της Κρήτης. Η μελέτη αυτών των οικοσυστημάτων βοηθά στην κατανόηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους και συμβάλλει στην προστασία τους. Ένα από αυτά τα χαρακτηριστικά που εμφανίζουν είναι η ισορροπία μεταξύ των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων τους.

α. Να εξηγήσετε αν αυτή η ισορροπία που παρατηρείται στο λιβαδικό οικοσύστημα, καθώς και σε κάθε άλλο οικοσύστημα, αντιπροσωπεύει μια στατική κατάσταση (μονάδες 6).

β. Να περιγράψετε τι πιστεύετε ότι θα συμβεί στην ισορροπία ενός οικοσυστήματος λιβαδιού, αν, λόγω της κλιματικής αλλαγής που παρατηρείται στις μέρες μας, μία εκτεταμένη ξηρασία μειώσει ένα μεγάλο μέρος της βιομάζας των παραγωγών (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Η ισορροπία των οικοσυστημάτων δεν αντιπροσωπεύει μια στατική κατάσταση. Αντίθετα, οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των παραγόντων ενός οικοσυστήματος μεταβάλλονται συνεχώς και ποσοτικά και ποιοτικά. Οι μηχανισμοί, όμως, αυτορρύθμισης που διαθέτει κάθε οικοσύστημα επαναφέρουν την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, οπότε μια μεταβολή τείνει να τις απορρυθμίσει.

β. Ένα λιβάδι μπορεί να φιλοξενήσει ένα συγκεκριμένο αριθμό φυτοφάγων ζώων που είναι



ανάλογος με την ποσότητα της διαθέσιμης τροφής π.χ χορτάρι (παραγωγοί). Αν εξαιτίας μιας εκτεταμένης ξηρασίας (μεταβολή αβιοτικού παράγοντα) μειωθεί η ποσότητα των παραγωγών, δηλαδή της διαθέσιμης τροφής για τα φυτοφάγα ζώα, τότε θα μειωθεί σταδιακά και αναλογικά ο πληθυσμός των φυτοφάγων ζώων για τα οποία μπορεί να εξασφαλιστεί τροφή από το οικοσύστημα. Όμως, λόγω των μηχανισμών αυτορρύθμισής του, το οικοσύστημα θα μεταβεί τελικά σε μια νέα κατάσταση ισορροπίας.

---

**37.** Τον Δεκέμβριο του 1997 πραγματοποιήθηκε, στο Κιότο της Ιαπωνίας, διεθνής διάσκεψη για τις κλιματικές αλλαγές στον πλανήτη. Στο τέλος της διάσκεψης υιοθετήθηκε ένα σχέδιο, σύμφωνα με το οποίο, τα κράτη που το έχουν συνυπογράψει δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Παρότι στις μέρες μας το πρωτόκολλο του Κιότο θεωρείται ήδη παρωχημένο και δεν είναι λίγες οι φωνές των επιστημόνων που ζητούν επιτακτικά την αναθεώρησή του, παραμένει τεράστια η συμβολή του στην αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος που οφείλεται σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

α. Να αναφέρετε μια μορφή ακτινοβολίας του ήλιου, η οποία εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα (μονάδες 2), καθώς και δύο ενώσεις που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, οι οποίες ευθύνονται, στη συνέχεια, για τη δέσμευσή της, με συνέπεια το φαινόμενο του θερμοκηπίου (μονάδες 4).

β. Να περιγράψετε με ποιο τρόπο η μείωση των παραγωγών από τον άνθρωπο οδηγεί στην εντατικοποίηση του φαινομένου του θερμοκηπίου (μονάδες 3), καθώς και ποιες δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις θα προκύψουν εξαιτίας της εντατικοποίησης αυτής (μονάδες 4).

Μονάδες 13

α. Η μορφή της ακτινοβολίας που εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα είναι η υπέρυθη, και δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς των χαμηλών στρωμάτων της ατμόσφαιρας.

β. Η καταστροφή των δασών, είτε λόγω της υλοτόμησης, που γίνεται με σκοπό την εκμετάλλευση των προϊόντων της ξυλείας, είτε λόγω των εκχερσώσεων, που αποσκοπούν στην εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας, περιορίζει το συνολικό αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη. Υπάρχει δηλαδή μια τάση για βαθμιαία αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Οι παραγωγοί θα μπορούσαν να απορροφήσουν τις τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από την εντατική καύση των ορυκτών καυσίμων. Έτσι, αυξάνεται και το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που δεσμεύεται από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της.

Οι δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι η τήξη των πολικών πάγων η οποία θα οδηγήσει σε ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και επομένως στην απώλεια μεγάλων χερσαίων εκτάσεων που θα καλυφθούν από το νερό. Είναι επίσης πιθανό πολλές γόνιμες περιοχές να μετατραπούν σε άγονες και αντίστροφα.

---

**38.** Τα φυτά, ως αυτότροφοι οργανισμοί, συνθέτουν τα σάκχαρα τους μέσω της φωτοσύνθεσης. Ωστόσο, για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και των νουκλεϊκών οξέων είναι απαραίτητο το άζωτο, το οποίο απορροφούν από το έδαφος με τη μορφή νιτρικών ιόντων.

α. Να περιγράψετε την παραγωγή νιτρικών ιόντων, τόσο από τη μετατροπή της αμμωνίας του εδάφους, όσο και από τη μετατροπή του μοριακού αζώτου με τη βοήθεια μικροοργανισμών (μονάδες 6).

β. Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο και σε ποια μορφή προσλαμβάνουν το άζωτο οι καταναλωτές του οικοσυστήματος (μονάδες 3). Να ονομάσετε τρία παραπροϊόντα του μεταβολισμού των καταναλωτών που καταλήγουν στο έδαφος, ώστε να τα παραλάβουν οι αποικοδομητές (μονάδες 3), καθώς και την ένωση στην οποία οι τελευταίοι τα μετατρέπουν (μονάδα 1).

Μονάδες 13

α. Η αμμωνία που συγκεντρώνεται στο έδαφος, υφιστάμενη τη δράση των νιτροποιητικών βακτηρίων του εδάφους, μετατρέπεται τελικά σε νιτρικά ιόντα. Το μοριακό άζωτο της ατμόσφαιρας με τη βοήθεια των αζωτοδεσμευτικών (ελεύθερων και συμβιωτικών) βακτηρίων μετατρέπεται σε νιτρικά ιόντα.

β. Το άζωτο, με τη μορφή αζωτούχων οργανικών ενώσεων που έχουν παραχθεί στους παραγωγούς, διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων στις διάφορες τάξεις των καταναλωτών προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πρωτεϊνών. Τα ζώα αποβάλλουν αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους, όπως είναι η ουρία, το ουρικό οξύ και τα περιττώματα. Αυτές οι ουσίες διασπώνται από τους αποικοδομητές του εδάφους μέσα από μια διαδικασία που καταλήγει στην παραγωγή αμμωνίας.

**39.** Ως βαρέα μέταλλα χαρακτηρίζονται εκείνα που έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από 5 g/cm<sup>3</sup> ή ατομικό αριθμό πάνω από 20. Τα βαρέα μέταλλα βρίσκονται στο έδαφος, συνήθως σε μικρές ποσότητες και είναι απαραίτητα ιχνοστοιχεία για τη θρέψη των φυτών (Fe, Mg, Cu, Mn, Mo, Zn). Ωστόσο οι υψηλές συγκεντρώσεις του χαλκού που σημειώνονται γύρω από ορυχεία χαλκού είναι τοξικές για τα φυτά, αφού μειώνουν σημαντικά τη μεταβολική δραστηριότητά τους. Έρευνα σε φυτά του είδους γρασιδιού *Agrostis tenuis*, τα οποία φυτρώνουν γύρω από ορυχεία χαλκού χωρίς να δηλητηριάζονται, έδειξε ότι διαθέτουν ένα γονίδιο που τα καθιστά ανθεκτικά, ακόμα και σε υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού.

α. Να ονομάσετε το πρόβλημα που δημιουργούν τα βαρέα μέταλλα στους οργανισμούς των οικοσυστημάτων (μονάδες 4) και να αναφέρετε άλλες δύο χημικές ουσίες της βιομηχανικής δραστηριότητας που αποτελούν ρύπους για τα υδάτινα οικοσυστήματα (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε, σύμφωνα με τη φυσική επιλογή, την επικράτηση των ανθεκτικών φυτών στο τοξικό με χαλκό περιβάλλον (μονάδες 6).

Μονάδες 12

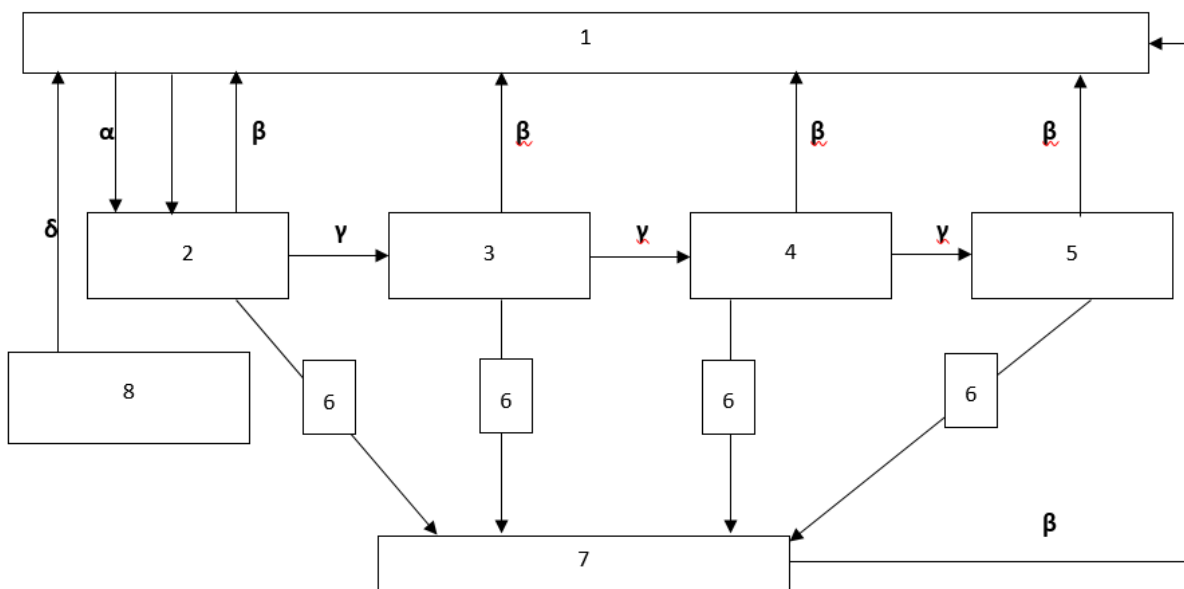
α. Σοβαρή πηγή ρύπανσης των υδάτων αποτελεί η βιομηχανική δραστηριότητα. Στα απόβλητά της περιέχεται ένα πλήθος από χημικές ουσίες –όπως είναι τα βαρέα (ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, ο ψευδάργυρος κ.ά.), οι οποίες, όταν εισάγονται στα υδάτινα οικοσυστήματα, διαταράσσουν την ισορροπία τους και εγκυμονούν κινδύνους για τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Ιδιαίτερα τα βαρέα μέταλλα, που δε διαλύονται στο νερό, μπορούν να περάσουν μέσω των τροφικών αλυσίδων στον άνθρωπο, με δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του. Οι οργανικοί διαλύτες και τα πετρελαιοειδή είναι άλλες δύο χημικές ουσίες της βιομηχανικής δραστηριότητας που αποτελούν ρύπους για τα υδάτινα οικοσυστήματα.

β. Η διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί που είναι περισσότερο προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους επιβιώνουν και αναπαράγονται περισσότερο από τους λιγότερο προσαρμοσμένους ονομάστηκε, από τον Κάρολο Δαρβίνο, φυσική επιλογή. Σύμφωνα με τη φυσική επιλογή, η οποία είναι τοπικά και χρονικά προσδιορισμένη, τα φυτά που διέθεταν το γονίδιο ανθεκτικότητας ήταν περισσότερα προσαρμοσμένα στο τοξικό με χαλκό περιβάλλον με αποτέλεσμα να επιβιώνουν και να αναπαράγονται περισσότερο στη συγκεκριμένη περιοχή μεταβιβάζοντας στην επόμενη γενιά με μεγαλύτερη συχνότητα το ευνοϊκό αυτό χαρακτηριστικό.

**40.** Αντίθετα με την ενέργεια, η ύλη που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα είναι περιορισμένη. Η συνεχής αύξηση κατανάλωσης πρώτων υλών στην παγκόσμια οικονομία οδηγεί σε μια ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση τους. Πολλά από τα μελλοντικά διαστημικά προγράμματα, έχουν ως σκοπό τους, την εκμετάλλευση και διαχείριση πρώτων υλών προερχόμενων από άλλους πλανήτες. Στη συνέχεια απεικονίζεται ένας από τους βασικότερους βιογεωχημικούς κύκλους ο οποίος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την καθημερινότητα μας. Ο κύκλος αυτός περιγράφει την πορεία ενός στοιχείου με βάση το οποίο δομούνται όλες οι ενώσεις και συνεπώς όλα τα βιολογικά μακρομόρια. Αφού μελετήσετε προσεκτικά το σχήμα 1:

α. Να αντιστοιχίσετε τους όρους: νεκρή οργανική ύλη, καταναλωτές 2ης τάξης, παραγωγοί, αποικοδομητές, διοξείδιο του άνθρακα με τους αριθμούς 1 έως 7 (δύο αριθμοί περισσεύουν) που βρίσκονται στα πλαίσια του διαγράμματος (μονάδες 5). Να αναφέρετε ποιο βιογεωχημικό κύκλο απεικονίζει το σχήμα 1 (μονάδα 1).

β. Να ονομάσετε τις διαδικασίες στις οποίες αναφέρονται τα γράμματα α, β, γ στο παρακάτω σχήμα (μονάδες 3) και να εξηγήσετε πως οι ενώσεις που περιλαμβάνονται στο πλαίσιο 8 και προέρχονται από το μετασχηματισμό οργανικής ύλης στα έγκατα της Γης παρεμβαίνουν στον κύκλο του άνθρακα μέσω της διαδικασίας δ (μονάδες 4).



Σχήμα 1

Μονάδες 13

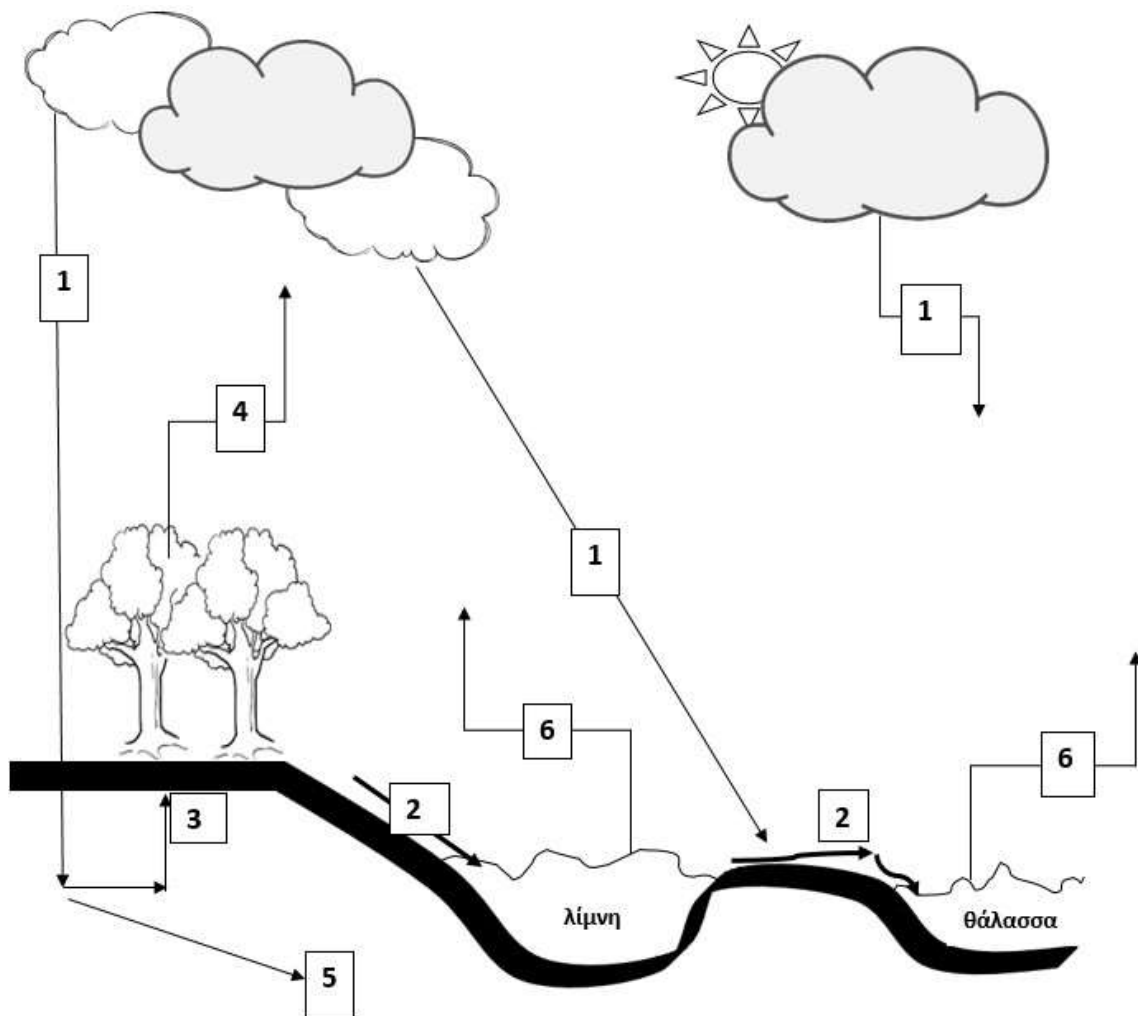
α. 1=διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας,  
 2=παραγωγοί,  
 4=καταναλωτές 2ης τάξης,  
 6=νεκρή οργανική ύλη και  
 7=αποικοδομητές.

Το σχήμα 1 απεικονίζει τον κύκλο του άνθρακα.

β. α=φωτοσύνθεση, β=κυτταρική αναπνοή, γ=κατανάλωση (εναλλακτικά ροή ενέργειας).

Οι ενώσεις που περιλαμβάνονται στο πλαίσιο 8 και προέρχονται από το μετασχηματισμό οργανικής ύλης στα έγκατα της Γης συνιστούν συνολικά τα ορυκτά καύσιμα (εναλλακτικά: γαιάνθρακες, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο). Η διαδικασία δ αντιστοιχεί στην καύση των ορυκτών καυσίμων, η οποία οδηγεί στην απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

**41.** Το νερό ή οξειδάνιο, κατά τους χημικούς, μέχρι και το 18ο αιώνα αποτελούσε χημικό στοιχείο. Την απόδειξη ότι είναι η ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου, την οφείλουμε στον Λαβουαζιέ. Το 1992, η Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών καθιέρωσε την 22η Μαρτίου ως παγκόσμια ημέρα για το νερό. Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει την κυκλική πορεία του νερού σε ένα οικοσύστημα. Αφού παρατηρήσετε προσεκτικά το σχήμα 1:



Σχήμα 1

α. Να αναφέρετε τρεις λόγους για τους οποίους το νερό είναι σημαντικό για τα τους παραγωγούς των οικοσυστημάτων (μονάδες 6).

β. Η ανταλλαγή του νερού μεταξύ των ωκεανών και της ατμόσφαιρας αποτελεί ένα σχετικά απλό μηχανισμό. Να ονομάσετε τις διαδικασίες 1 και 6, που αφορούν σε αυτόν τον μηχανισμό (μονάδες 2). Το τμήμα του κύκλου που αφορά στην ξηρά είναι περισσότερο πολύπλοκο. Να αντιστοιχίσετε τα βέλη 2, 3, 4 και 5 με τις πιθανές πορείες του νερού στην ξηρά (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Το νερό αποτελεί το μέσο με το οποίο τα θρεπτικά συστατικά εισέρχονται και κυκλοφορούν στο εσωτερικό των αυτότροφων οργανισμών, συμμετέχει στη φωτοσύνθεση και συμβάλλει στη θερμορύθμιση των φυτικών οργανισμών.

β. 1 = κατακρημνίσεις και 6 = εξάτμιση, 2 = επιφανειακή απορροή, 3 = απορρόφηση από τις ρίζες, 4 = διαπνοή, 5 = υπόγεια ύδατα

**42.** Δεν έχουν περάσει πολλά χρόνια από το καλοκαίρι του 2017, όταν οι Θεσσαλονικείς ξύπνησαν και αντίκρισαν μια αποκρουστική εικόνα. Ο Θερμαϊκός κόλπος είχε ένα βαθύ πράσινο χρώμα και μια έντονη δυσοσμία, ενώ στο δείγμα υδάτων που λήφθηκε υπήρχε αυξημένο μικροβιακό φορτίο. Πολλές οικολογικές οργανώσεις, έκτοτε, κρούουν το κώδωνα του κινδύνου για τις πιθανές επιπτώσεις στο περιβάλλον όμοιων σοβαρών φαινομένων.

α. Να αναφέρετε που οφειλόταν το αυξημένο μικροβιακό φορτίο και που θα μπορούσε να οδηγήσει αυτό (μονάδες 4). Να ονομάσετε το φαινόμενο με το οποίο σχετιζόταν, κατά τη γνώμη σας, το πράσινο χρώμα των υδάτων (μονάδες 2).

β. Να ονομάσετε τρεις παράγοντες που ευθύνονται για τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών, ικανών να προκαλέσουν ασφυξία στα ψάρια με συνέπεια τον αιφνίδιο θάνατό τους (μονάδες 3) και να αιτιολογήσετε σύντομα (μονάδες 3).

Μονάδες 12

α. Το αυξημένο μικροβιακό φορτίο οφειλόταν στα αστικά λύματα που είχαν απορριφθεί στα υδάτινα οικοσυστήματα και θα μπορούσε να γίνει η αιτία για τη μετάδοση σοβαρών νοσημάτων.

Το φαινόμενο με το οποίο σχετιζόταν το πράσινο χρώμα των υδάτων είναι ο ευτροφισμός.

β. Οι παράγοντες εκείνοι που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ένα τέτοιο φαινόμενο είναι τα αστικά λύματα, τα λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής και το θερμό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις των πυρηνικών αντιδραστήρων και των εργοστασίων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. Το υδάτινο οικοσύστημα, αφού δεχτεί τα αστικά λύματα, αλλά και τα λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής, εμπλουτίζεται με τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα που αυτά περιέχουν. Αυτά πυροδοτούν την υπέρμετρη αύξηση του φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν και τελικά των αποικοδομητών. Με την αύξηση όμως των μικροοργανισμών ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του. Έτσι 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. Το θερμό νερό όταν διοχετεύεται σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και επομένως ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένο σ' αυτό.

**43.** Σε ένα χερσαίο οικοσύστημα περιλαμβάνεται η ακόλουθη τροφική αλυσίδα οργανισμών: γρασίδι → ακρίδες → βάτραχοι → φίδια → γεράκια.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται διάφορες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στον πληθυσμό των φιδιών σε μία τυχαία χρονική στιγμή.

βιομάζα φιδιών	40 Kg
πληθυσμός φιδιών	10 φίδια
ενέργεια που περιέχεται σε ένα φίδι	300 Kcal

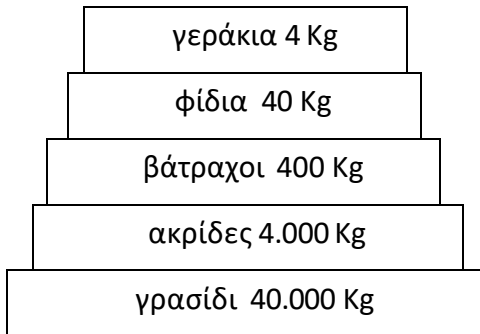
α. Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις να υπολογίσετε τις τιμές της βιομάζας (μονάδες 2) και ενέργειας (μονάδες 2) για κάθε πληθυσμό του οικοσυστήματος και να σχεδιάσετε την πυραμίδα βιομάζας και ενέργειας (μονάδες 2), αντίστοιχα.

β. Στο παραπάνω οικοσύστημα βρέθηκε στον πληθυσμό των ακριδών, συγκέντρωση DDT αρκετά μικρότερη από την τιμή συγκέντρωσης που θεωρείται τοξική για τους οργανισμούς του οικοσυστήματος. Να εξηγήσετε αν και τα γεράκια, οι κορυφαίοι καταναλωτές του οικοσυστήματος, θα έχουν εξίσου χαμηλή συγκέντρωση αυτού του εντομοκτόνου στους ιστούς τους (μονά-

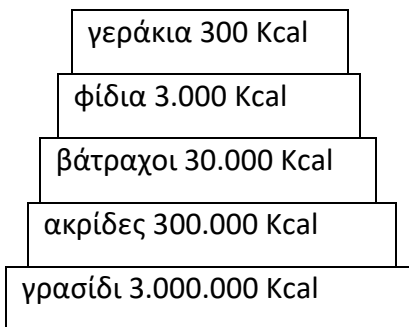
δες 4). Να ονομάσετε το φαινόμενο που προκαλείται από το εντομοκτόνο DDT (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Η μορφή της πυραμίδας βιομάζας (με τις τιμές της βιομάζας ανά τροφικό επίπεδο) θα είναι:



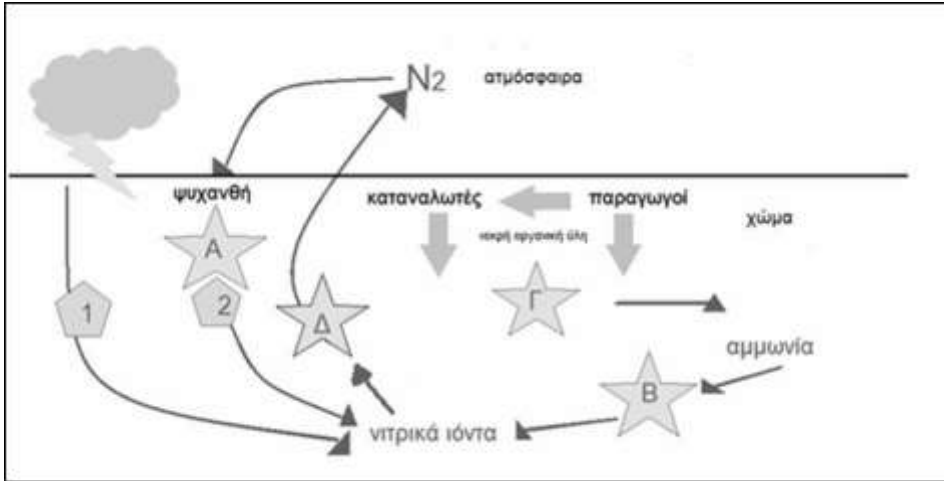
Επειδή το ένα φίδι έχει ενέργεια 300 Kcal, ο πληθυσμός των 10 φιδιών θα έχει συνολική ενεργεία 3000 Kcal. Συνεπώς, οι τιμές της ενέργειας ανά τροφικό επίπεδο και η μορφή της πυραμίδας ενέργειας θα είναι:



Οι πυραμίδες έχουν πτωτική τάση. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας.

β. Τα γεράκια θα αποκτήσουν πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση DDT από τις ακρίδες, καθώς το εντομοκτόνο DDT δε μεταβολίζεται, δε διασπάται, συσσωρεύεται στους ιστούς των οργανισμών που θα το καταναλώσουν και ούτε αποβάλλεται με τις απεκκρίσεις τους. Το φαινόμενο αυτό κατά το οποίο αυξάνεται η συγκέντρωση τοξικών χημικών ουσιών στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας ονομάζεται βιοσυσώρευση. Συνεπώς, τα γεράκια πιθανόν να ξεπερνούν την τοξική συγκέντρωση του εντομοκτόνου και κινδυνεύουν να εξαφανιστούν.

**44.** Στην εικόνα απεικονίζεται ο βιογεωχημικός κύκλος του αζώτου.



α. Τα γράμματα Α, Β, Γ, Δ αντιστοιχούν στους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στον βιογεωχημικό κύκλο του αζώτου. Να ονομάσετε τους μικροοργανισμούς που αντιστοιχούν σε κάθε γράμμα (μονάδες 6).

β. Οι αριθμοί 1 και 2 αντιστοιχούν σε δύο διαδικασίες με τις οποίες δεσμεύεται το ατμοσφαιρικό άζωτο και εμπλουτίζεται το έδαφος με νιτρικά ιόντα, τα οποία αξιοποιούνται από τους παραγωγούς. Να ονομάσετε αυτές τις δύο διαδικασίες (μονάδες 2) και να εξηγήσετε τη διαδικασία που πραγματοποιείται στις ρίζες των ψυχανθών φυτών (μονάδες 4).

Μονάδες 12

α.

Α. αζωτοδεσμευτικά βακτήρια

Β. νιτροποιητικά βακτήρια

Γ. αποικοδομητές

Δ. απονιτροποιητικά βακτήρια

β. 1. ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση, 2. βιολογική αζωτοδέσμευση

Η βιολογική αζωτοδέσμευση πραγματοποιείται από ελεύθερους ή συμβιωτικούς μικροοργανισμούς. Σημαντικότερα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια είναι αυτά που ζουν συμβιωτικά στις ρίζες των ψυχανθών (όπως είναι το τριφύλλι, η μπιζελιά, η φασολιά, η φακή, η σόγια) σε ειδικά εξογκώματα (φυμάτια). Αυτά τα βακτήρια έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τα ψυχανθή. Γι' αυτό το λόγο άλλωστε τα όσπρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. Η βιολογική αζωτοδέσμευση κατέχει το 90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

**45.** Σε ένα οικοσύστημα υπάρχουν 2 πλατάνια που φιλοξενούν συνολικά 5.000 κάμπιες. Σε κάθε κάμπια παρασιτούν 100 πρωτόζωα.

α. Να σχεδιάσετε την τροφική πυραμίδα πληθυσμού του παραπάνω οικοσυστήματος (μονάδες 3) και να εξηγήσετε τη μορφή της (μονάδες 3).

β. Αν η ενέργεια που περιέχεται στο τροφικό επίπεδο των καμπιών είναι 50.000 KJ, να σχεδιάσετε την πυραμίδα ενέργειας (μονάδες 3), υπολογίζοντας την ενέργεια στα υπόλοιπα τροφικά επίπεδα (μονάδες 4).

Μονάδες 13

α. Η τροφική πυραμίδα πληθυσμού έχει την ακόλουθη μορφή. Μια τέτοια τροφική πυραμίδα χαρακτηρίζεται ως ανεστραμμένη. Όταν σε ένα οικοσύστημα υπάρχουν παρασιτικές τροφικές

σχέσεις, ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων γίνεται ολοένα και μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων.



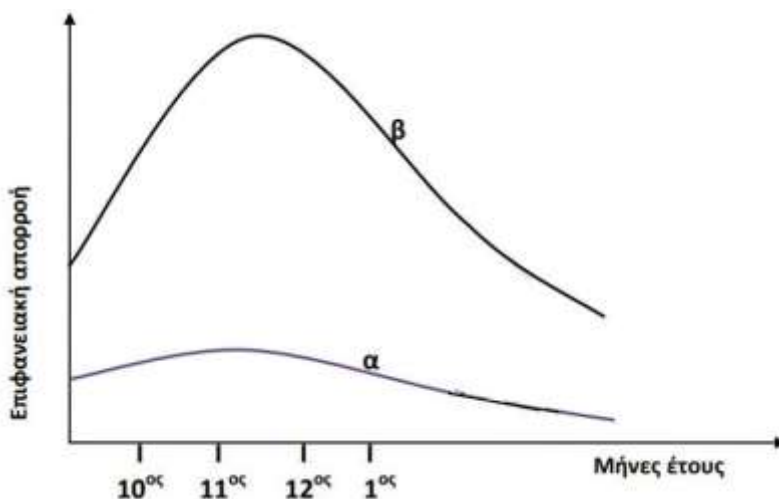
*Τροφική Πυραμίδα Πληθυσμού*

β. Για το σχεδιασμό της πυραμίδας ενέργειας υπολογίζουμε τη μεταβλητή (ενέργεια) σε κάθε τροφικό επίπεδο λαμβάνοντας υπόψη ότι το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Έτσι, η ενέργεια στους παραγωγούς είναι 500.000 KJ, στις κάμπιες είναι 50.000 KJ και στους καταναλωτές δεύτερης τάξης (πρωτόζωα) είναι 5.000KJ.



*Τροφική Πυραμίδα Ενέργειας*

46. Στις 28/6/2007 σημειώθηκε μια πυρκαγιά που έκαψε συνολικά έκταση 36.338,16 στρεμμάτων στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας. Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται η ποσότητα του νερού που απομακρύνθηκε με την επιφανειακή απορροή από το οικοσύστημα της Πάρνηθας το έτος 1996 (καμπύλη α) και η ποσότητα νερού που απομακρύνθηκε από το ίδιο οικοσύστημα το έτος 2008 (καμπύλη β). Οι καμπύλες αφορούν σε μετρήσεις κατά τη διάρκεια μηνών με έντονες βροχοπτώσεις (Οκτώβριος έως Ιανουάριος).



α. Να γράψετε τις πιθανές πορείες του νερού των βροχοπτώσεων στα χερσαία οικοσυστήματα (μονάδες 4) και στα υδάτινα οικοσυστήματα (π.χ. ωκεανοί) (μονάδες 2).

β. Να εξηγήσετε ποια είναι τα πιθανά αίτια της μεταβολής της επιφανειακής απορροής που παρατηρείται στην κα-



μπύλη β συγκριτικά με την α (μονάδες 5). Να εξηγήσετε πως αυτή η μεταβολή της επιφανειακής απορροής μπορεί να οδηγήσει το οικοσύστημα σε ερημοποίηση (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Το νερό που πέφτει στα χερσαία οικοσυστήματα μπορεί:

Να εξατμιστεί.

Να εισχωρήσει στο υπέδαφος και στο σύστημα των υπόγειων υδάτων.

Να προσληφθεί από τα φυτά και να απομακρυνθεί με τη διαπνοή.

Να απομακρυνθεί με την επιφανειακή απορροή από το χερσαίο περιβάλλον.

Το νερό των βροχοπτώσεων στα υδάτινα οικοσυστήματα ακολουθεί μόνο την πορεία της εξάτμισης.

β. Στο διάγραμμα παρατηρείται μεγάλη αύξηση της επιφανειακής απορροής στο οικοσύστημα (καμπύλη β) μετά την πυρκαγιά. Τα φυτά παίζουν καθοριστικό ρόλο στην απορρόφηση του νερού από το έδαφος. Σε μικρές λεκάνες απορροής, όπου αφαιρέθηκαν όλα τα δέντρα, ο όγκος του επιφανειακού νερού αυξήθηκε πάνω από 200%. Το νερό αυτό κατέληξε στη θάλασσα, ενώ, αν είχε διεισδύσει στο έδαφος, θα είχε αποδοθεί πίσω στην ατμόσφαιρα με τη διαπνοή. Οι πυρκαγιές (σε συνδυασμό με επόμενες παρεμβάσεις του ανθρώπου, όπως επανειλημμένες πυρκαγιές ή υπερβόσκηση), μπορούν να οδηγήσουν σε διάβρωση του εδάφους, αφού καταστρέφονται τα φυτά που θα το συγκρατούσαν με τις ρίζες τους. Όταν μάλιστα η κλίση του εδάφους είναι μεγάλη και ακολουθήσουν καταρρακτώδεις βροχές, τότε η διάβρωση του εδάφους γίνεται ακόμη μεγαλύτερη και τελικά οδηγεί σε βαθμιαία κατάρρευση των οικοσυστημάτων και ερημοποίηση.

---

**47.** Σε ένα οικοσύστημα λίμνης εισάγεται, μέσω των υδάτων της βροχής μεγάλη ποσότητα του ρυπογόνου εντομοκτόνου DDT από τα γειτονικά χωράφια, η οποία απορροφούμενη από τους ιστούς κάποιων οργανισμών του οικοσυστήματος, προκαλεί την εξαφάνισή τους.

α. Να εξηγήσετε, αναπτύσσοντας ένα παράδειγμα των συνεπειών του στους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος, ποια είναι τα χαρακτηριστικά του εντομοκτόνου DDT που το καθιστούν τόσο επικίνδυνο (μονάδες 4). Να ονομάσετε το φαινόμενο που προκαλείται από το DDT (μονάδες 2).

β. Οι μετρήσεις στους ιστούς των οργανισμών, που αφορούν στις συγκεντρώσεις του DDT στους οργανισμούς του οικοσυστήματος της λίμνης του οικοσυστήματος, έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

Κωπήποδα: 2000 μg/kg

Πρώτιστα: 100 μg/kg

Γαρίδες: 35000 μg/kg

Ψάρια: 400000 μg/kg

Με βάση το φαινόμενο που περιγράψατε, να σχεδιάσετε την τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος (μονάδες 4). Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 13

α. Αν, για παράδειγμα, μια κάμπια ενός οικοσυστήματος φάει φύλλα φυτού που έχει ραντιστεί με DDT, αυτό θα απορροφηθεί από τον οργανισμό της, αλλά, επειδή δε μεταβολίζεται και δε διασπάται, θα συσσωρευτεί στους ιστούς της και φυσικά δε θα αποβληθεί με τις απεκκρίσεις της. Αν ένας κότσυφας καταναλώσει πολλές κάμπιες, τότε το DDT από όλες κάμπιες θα συγκεντρωθεί στους ιστούς του. Τελικά, το DDT θα βρεθεί σε ακόμα μεγαλύτερη συγκέντρωση στους ιστούς της κουκουβάγιας, που είναι ο τελικός καταναλωτής. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται βιοσυσσώρευση. (ή εναλλακτικά: παράδειγμα από υδάτινο οικοσύστημα, όπως στην εκφώνηση, π.χ. αρχική συγκέντρωση μη βιοδιασπώμενης ουσίας στο φυτοπλαγκτόν, η οποία αυξάνε-

ται στο ζωπλαγκτόν και στη συνέχεια στα μικρότερα και μεγαλύτερα ψάρια - με αναφορά στα χαρακτηριστικά των μη βιοδιασπώμενων ουσιών).

β. Κατά το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης, αυξάνεται η συγκέντρωση των τοξικών χημικών ουσιών στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας. Έτσι προκύπτει η ακόλουθη τροφική αλυσίδα: Πρώτιστα → Κωπήποδα → Γαρίδες → Ψάρια

---

**48.** Το άζωτο είναι ένα σημαντικό χημικό στοιχείο για τη δομή και τη λειτουργία των οργανισμών. Παρότι αφθονεί στην ατμόσφαιρα με τη μορφή του μοριακού αζώτου, οι παραγωγοί αδυνατούν να το εισάγουν απευθείας με τη μορφή αυτή. Απαιτείται, λοιπόν, η διαδικασία της αζωτοδέσμευσης προκειμένου το άζωτο να εισαχθεί στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων.

α. Να επισημάνετε δύο λόγους για τους οποίους το άζωτο είναι απαραίτητο για τους οργανισμούς (μονάδες 2). Να εξηγήσετε τι ακριβώς αφορά η διαδικασία της αζωτοδέσμευσης (μονάδες 2) και να αναφέρετε τους δύο τρόπους αζωτοδέσμευσης που υπάρχουν (μονάδες 2).

β. Κατά την πορεία μετατροπής του αζώτου σε ενώσεις που μπορούν να αφομοιωθούν από τους παραγωγούς (νιτρικά ιόντα), παράγεται μια άλλη χημική ένωση του αζώτου, η αμμωνία. Να περιγράψετε με ποιους δύο τρόπους παράγεται και συγκεντρώνεται η αμμωνία στο έδαφος (μονάδες 4) και να εξηγήσετε ποιοι οργανισμοί συμμετέχουν, μετά την παραγωγή της αμμωνίας, στην περάτωση του κύκλου του αζώτου (μονάδες 2).

Μονάδες 12

α. Το άζωτο είναι απαραίτητο για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και των νουκλεϊκών οξέων των οργανισμών. Η διαδικασία της αζωτοδέσμευσης μετατρέπει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε μορφές αξιοποιήσιμες από τους παραγωγούς, όπως π.χ. τα νιτρικά ιόντα. Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και σε βιολογική.

β. Η αμμωνία παράγεται με την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση (αντίδραση του μοριακού αζώτου με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας με τη βοήθεια της ενέργειας των ηλεκτρικών εκκενώσεων, και στη συνέχεια διαλύεται στο νερό της βροχής), καθώς και με τη δράση των αποικοδομητών στις αζωτούχες ενώσεις της νεκρής οργανικής ύλης φυτικής και ζωικής προέλευσης. Μετά την παραγωγή αμμωνίας συμμετέχουν τρεις κατηγορίες οργανισμών για την περάτωση του κύκλου του αζώτου. Τα νιτροποιητικά βακτήρια, τα οποία μετατρέπουν την αμμωνία του εδάφους σε νιτρικά ιόντα, οι παραγωγοί που δεσμεύουν μέρος αυτών των νιτρικών ιόντων και επανεισάγουν το άζωτο στα οικοσυστήματα και τα απονιτροποιητικά βακτήρια, τα οποία κλείνουν τον κύκλο του αζώτου μετατρέποντας την περίσσεια των νιτρικών ιόντων σε μοριακό άζωτο.

---

**49.** Ο μικρός Γιάννης, παρακολουθώντας μια τηλεοπτική συζήτηση μαζί με τον Βιολόγο πατέρα του σχετικά με κρίσιμα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης, εκφράζει μια απορία προς τον πατέρα του: “γιατί κάποιοι από τους καλεσμένους της συζήτησης χρησιμοποιούν τον όρο μόλυνση του περιβάλλοντος, ενώ κάποιοι άλλοι τον όρο ρύπανση του περιβάλλοντος;”

α. Αν ήσασταν στη θέση του πατέρα του, ποιες εξηγήσεις θα δίνετε στο παιδί όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο ορίζονται οι έννοιες ρύπανση και μόλυνση του περιβάλλοντος (μονάδες 4); Να εξηγήσετε αν θα μπορούσαν αυτοί οι όροι να ταυτίζονται ή να συνυπάρχουν αναφέροντας ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα (μονάδες 2).

β. Να αναφέρετε επιγραμματικά τα είδη της ρύπανσης με βάση το τμήμα της βιόσφαιρας που πλήττουν (μονάδες 3) και να εξηγήσετε αν αυτές οι μορφές ρύπανσης δρουν μεμονωμένα ή σε

συνδυασμό (μονάδα 2), παραθέτοντας ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα (μονάδες 2).

Μονάδες 13

α. Ρύπανση του περιβάλλοντος είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από ρύπους δηλαδή από χημικές ουσίες ή μορφές ενέργειας που μπορεί να είναι βλαπτικές για την υγεία των οργανισμών που ζουν σε αυτό. Μόλυνση του περιβάλλοντος είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με παθογόνους μικροοργανισμούς που θα μπορούσαν να γίνουν επικίνδυνοι για την υγεία πολλών οργανισμών που ζουν σε αυτό, οδηγώντας σε μετάδοση σοβαρών νοσημάτων.

Οι δύο όροι δεν ταυτίζονται, και δεν θα έπρεπε να χρησιμοποιούνται σαν συνώνυμοι. Μπορεί όμως οι δύο όροι να συνυπάρχουν όταν κάποιο οικοσύστημα είναι επιβαρυνόμενο τόσο με ρυπαντές, όσο και με παθογόνους μικροοργανισμούς όπως συμβαίνει στην περίπτωση της ρύπανσης των υδάτων από αστικά λύματα.

β. Τα είδη της ρύπανσης που μπορεί να παρατηρούνται είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ρύπανση των υδάτων καθώς και η ρύπανση του εδάφους. Η διάκριση όμως αυτή δεν πρέπει να θεωρείται απόλυτη, καθώς οι διάφορες μορφές ρύπανσης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της ρύπανσης του νερού, αυτή ξεκινά από την αστική και τη βιομηχανική δραστηριότητα της ξηράς και καταλήγει στις θάλασσες, στους ποταμούς και στις λίμνες.

50. Η αναζήτηση για ύπαρξη ζωής εκτός του πλανήτη μας έχει εντατικά ξεκινήσει τις τελευταίες δεκαετίες. Πολλά ερευνητικά προγράμματα εστιάζουν στην ανακάλυψη πλανητών εκτός του ηλιακού μας συστήματος (εξωπλανητών) που εμφανίζουν παρόμοιες συνθήκες με τη Γη. Μερικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται προκειμένου να προβλέψουν αν ένας πλανήτης είναι κατοικήσιμος είναι η σύσταση της ατμόσφαιράς του, η παρουσία χημικών ουσιών που σχετίζονται με τη ζωή και η διαθεσιμότητα νερού σε υγρή μορφή.

α. Να αναφέρετε δύο παραδείγματα χημικών στοιχείων που είναι απαραίτητα στους οργανισμούς (μονάδες 2) και να ονομάσετε τα βιομόρια στα οποία αποτελούν συστατικά καθένα από αυτά (μονάδες 4).

β. Να εξηγήσετε γιατί το νερό έχει συνδεθεί με το φαινόμενο της ζωής (μονάδες 6).

Μονάδες 12

α. Δύο χημικά στοιχεία που είναι απαραίτητα στους οργανισμούς είναι ο άνθρακας (C) και το άζωτο (N). Με βάση το χημικό στοιχείο του άνθρακα δομούνται όλες οι οργανικές ενώσεις και συνεπώς, όλα τα βιολογικά μακρομόρια. Το άζωτο αποτελεί συστατικό πολλών βιομορίων, όπως των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών.

β. Το νερό έχει συνδεθεί με το φαινόμενο της ζωής για διάφορους λόγους. Είναι το μέσο με το οποίο τα θρεπτικά συστατικά εισέρχονται και κυκλοφορούν στο εσωτερικό των αυτότροφων οργανισμών. Αποτελεί σημαντικό τμήμα των ζωντανών ιστών (το 75% του νωπού βάρους τους) και συμβάλλει στη θερμορύθμιση τόσο των φυτικών, όσο και των ζωικών οργανισμών. Χρησιμοποιείται, επίσης, στη φωτοσύνθεση των φυτικών οργανισμών.

51. 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. Πραγματοποιή-

θηκαν 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

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).

**52.** 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

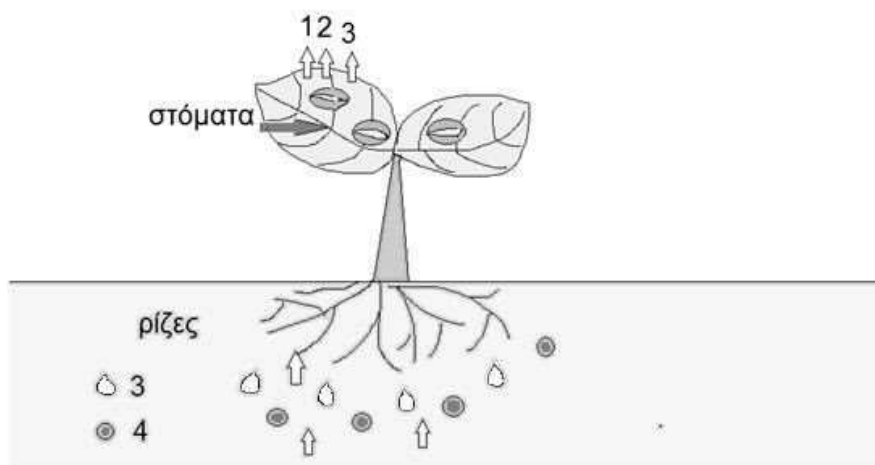
α. Το φαινόμενο ονομάζεται βιοσυσσώρευση. Δύο κατηγορίες ρυπαντών που προκαλούν, επίσης, βιοσυσσώρευση είναι διάφορα παρασιτοκτόνα και εντομοκτόνα (εναλλακτικά: ραδιενεργά απόβλητα και παραπροϊόντα των ραδιενεργών εκρήξεων, άλλα βαρέα μέταλλα, όπως μόλυβδος και ψευδάργυρος).

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).

**53.** 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 οποίες 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).

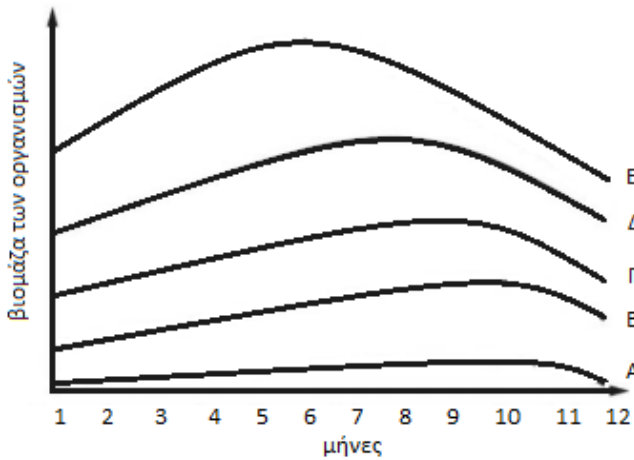
Μονάδες 12

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.

**54.** 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).

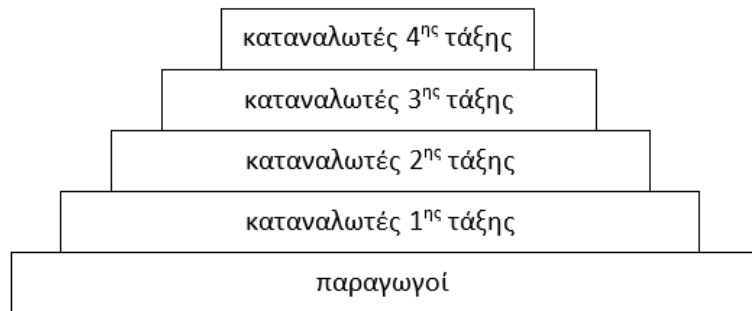
β. Να εξηγήσετε τι τάση θα παρουσιάζει η τροφική πυραμίδα ενέργειας του οικοσυστήματος (μονάδες 4) και να σχεδιάσετε την πυραμίδα αυτή (μονάδες 2).

Μονάδες 12

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.



Τροφική πυραμίδα ενέργειας

**55.** Η διατήρηση των οικοσυστημάτων, όπως και κάθε άλλης οργανωμένης δομής, απαιτεί συνεχή προσφορά ενέργειας, την οποία, τα αυτότροφα οικοσυστήματα άμεσα και τα ετερότροφα οικοσυστήματα έμμεσα, προμηθεύονται από τον ήλιο. Ταυτόχρονα η διατήρηση των οικοσυστημάτων προϋποθέτει διαθεσιμότητα χημικών στοιχείων (C, H, O, N, S, P κ.ά.) που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων, από τις οποίες εξαρτώνται οι δομές και οι λειτουργίες των οργανισμών των οικοσυστημάτων.

α. Να αναφέρετε την πορεία της ηλιακής ενέργειας στα οικοσυστήματα (μονάδες 3) και να εξηγήσετε τον λόγο για τον οποίο δεν χρειάζεται η ανακύκλωσή της όπως απαιτείται με τα χημικά στοιχεία (μονάδες 3).

β. Να αναφέρετε την πορεία των χημικών στοιχείων μέσα στα οικοσυστήματα (μονάδες 3)

και να εξηγήσετε τον λόγο για τον οποίο είναι αναγκαία η συνεχής ανανέωση των χημικών στοιχείων (μονάδες 3).

Μονάδες 12

α. Η ηλιακή ενέργεια δεσμεύεται από τους παραγωγούς και αφού μετατραπεί σε χημική, «ρέει» μονόδρομα, μέσω των τροφικών αλυσίδων, στα διάφορα επίπεδα καταναλωτών και στους αποικοδομητές. Η πορεία αυτή είναι εφικτή καθώς η τροφοδότηση των οικοσυστημάτων με ηλιακή ενέργεια είναι συνεχής (τουλάχιστον για κάποια εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια).

β. Η πορεία των διαφόρων χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα είναι επαναλαμβανόμενη και κυκλική και πραγματοποιείται μέσω των βιογεωχημικών κύκλων. Αυτό είναι αναγκαίο καθώς, αντίθετα με την ενέργεια, ο πλανήτης δέχεται ελάχιστα ποσά ύλης από το Διάστημα (μετεωρίτες κτλ). Έτσι, τα χημικά στοιχεία (C, H, O, N, S, P κ.ά.) που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων, από τις οποίες εξαρτώνται οι δομές και οι λειτουργίες των οργανισμών, πρέπει να κυκλοφορούν, ώστε να γίνονται εκ νέου διαθέσιμα στους οργανισμούς.

**56.** Τα πράσινα φυτά του είδους *Dionaea muscipula* συναντώνται στις παράκτιες πεδιάδες της Βόρειας και Νότιας Καρολίνας, όπου τα εδάφη είναι φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία, όπως το άζωτο. Για να επιβιώσουν σε αυτά τα εδάφη, παρότι φωτοσυνθέτουν, έχουν αναπτύξει μια στρατηγική «σαρκοφαγίας». Κάποια φύλλα τους, δηλαδή, έχουν τροποποιηθεί και λειτουργούν ως όργανα αιχμαλωσίας. Το θήραμα (συνήθως έντομο ή αράχνη) αφού παγιδευτεί, θανατώνεται και «διαλύεται» από πεπτικά ένζυμα που παράγει το φυτό, μετατρέποντάς το σε ένα υγρό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, που απορροφάται από τις ρίζες των φυτών αυτών.

α. Να εξηγήσετε σε ποια κατηγορία οργανισμών (αυτότροφων ή ετερότροφων) ανήκουν τα παραπάνω «σαρκοφάγα» φυτά (μονάδες 6).

β. Σε αντίθεση με τα «σαρκοφάγα» φυτά, που προσλαμβάνουν το άζωτο μέσω των θηραμάτων που παγιδεύουν, να ονομάσετε τη μορφή του αζώτου που συνήθως προσλαμβάνουν τα φυτά (μονάδα 1), καθώς και δύο τρόπους σχηματισμού αυτής της μορφής του αζώτου (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Τα «σαρκοφάγα» φυτά, ως φυτικοί οργανισμοί, ανήκουν στους αυτότροφους οργανισμούς, δηλαδή παράγουν οι ίδιοι τις χημικές ουσίες από τις οποίες εξασφαλίζεται η απαραίτητη ενέργεια για την επιβίωσή τους. Όλα τα φυτά έχουν την ικανότητα φωτοσύνθεσης, δηλαδή δέσμευσης της ηλιακής ενέργειας που την αξιοποιούν για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων υδατανθράκων από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό).

β. Η μορφή του αζώτου που συνήθως προσλαμβάνουν τα φυτά είναι τα νιτρικά ιόντα. Νιτρικά ιόντα σχηματίζονται κατά την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση, όπου το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο με τη βοήθεια των ηλεκτρικών εκκενώσεων (αστραπές, κεραυνοί) και μεταφέρονται στο έδαφος με τη βροχή. Επίσης, η αμμωνία του εδάφους μετατρέπεται σε νιτρικά ιόντα με τη βοήθεια των νιτροποιητικών βακτηρίων (εναλλακτικά: κατά τη βιολογική αζωτοδέσμευση τα ελεύθερα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και το μετατρέπουν σε νιτρικά ιόντα).

**57.** Η συστηματική καύση των ορυκτών καυσίμων, που ξεκίνησε κατά τον 19ο αιώνα και συ-

νεχίστηκε με εντατικό ρυθμό κατά τον 20ο και 21ο αιώνα, χρησιμοποιεί τις αποθήκες άνθρακα, που βρίσκονταν αχρησιμοποίητες στο υπέδαφος για εκατομμύρια χρόνια, απελευθερώνοντας έτσι τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

α. Να εξηγήσετε τον μηχανισμό μέσω του οποίου δημιουργήθηκαν τα ορυκτά καύσιμα (μονάδες 4) και να αναφέρετε τον βιογεωχημικό κύκλο στον οποίο επιδρούν μέσω της συστηματικής καύσης τους (μονάδες 3).

β. Να εξηγήσετε δύο λόγους για τους οποίους το διοξείδιο του άνθρακα, που προέρχεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων, προστίθεται στην ατμόσφαιρα επιτείνοντας τη ρύπανσή της, μολονότι αποτελεί τη χημική μορφή με την οποία ο άνθρακας προσλαμβάνεται από τους παραγωγούς των οικοσυστημάτων για τη φωτοσύνθεση (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Τα ορυκτά καύσιμα προέρχονται από το μετασχηματισμό οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος που παρέμειναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της Γης. Η συστηματική καύση των ορυκτών καυσίμων επιδρά στον βιογεωχημικό κύκλο του άνθρακα.

β. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα επιτείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συνιστά ρύπο καθώς:

i. Ο ρυθμός εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα φαίνεται να είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα από τους παραγωγούς του πλανήτη.

ii. Η καταστροφή των δασών, είτε λόγω της υλοτόμησης, που γίνεται με σκοπό την εκμετάλλευση των προϊόντων της ξυλείας, είτε λόγω των εκχερσώσεων, που αποσκοπούν στην εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας, περιορίζει ακόμη περισσότερο το συνολικό αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη, που θα μπορούσαν να απορροφήσουν το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται από τις καύσεις

**58.** Σε ένα χερσαίο οικοσύστημα υπάρχουν κάμπιες, κουκουβάγιες (τρέφονται από κοτσύφια), πώδη φυτά, κοτσύφια (τρέφονται από κάμπιες). Οι οργανισμοί που αναφέρονται εντάσσονται σε μια τροφική αλυσίδα. Η βιομάζα των κοτσυφιών είναι 40 Kg και κάθε ομάδα καταναλωτών τρέφεται αποκλειστικά από οργανισμούς της αμέσως προηγούμενης ομάδας.

α. Να σχεδιάσετε την τροφική αλυσίδα για την απεικόνιση αυτής της τροφικής αλληλεξάρτησης (μονάδες 4) και να αναφέρετε την τάξη καταναλωτών στην οποία ανήκουν οι κάμπιες (μονάδες 2).

β. Να υπολογίσετε τη βιομάζα κάθε ομάδας οργανισμών της τροφικής αλυσίδας (μονάδες 3). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 13

α. Η τροφική αλυσίδα είναι: πώδη φυτά → κάμπια → κοτσύφια → κουκουβάγιες. Οι κάμπιες ανήκουν στους καταναλωτές 1ης τάξης.

β. Η βιομάζα στα πώδη φυτά είναι: 4000 Kg, στις κάμπιες 400 Kg, στις κουκουβάγιες 4 Kg. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, 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.



59. Η παρακάτω τροφική πυραμίδα βιομάζας απεικονίζει τις ποσοτικές τροφικές σχέσεις ενός χερσαίου οικοσυστήματος, στο οποίο η βιομάζα των καταναλωτών 2ης τάξης είναι 1.000 kg. Στο συγκεκριμένο οικοσύστημα πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί με εντομοκτόνο DDT, το οποίο απορροφάται αρχικά από τους ιστούς των καταναλωτών 1ης τάξης.



α. Να υπολογίσετε τη βιομάζα των υπόλοιπων τροφικών επιπέδων του οικοσυστήματος (μονάδες 6).

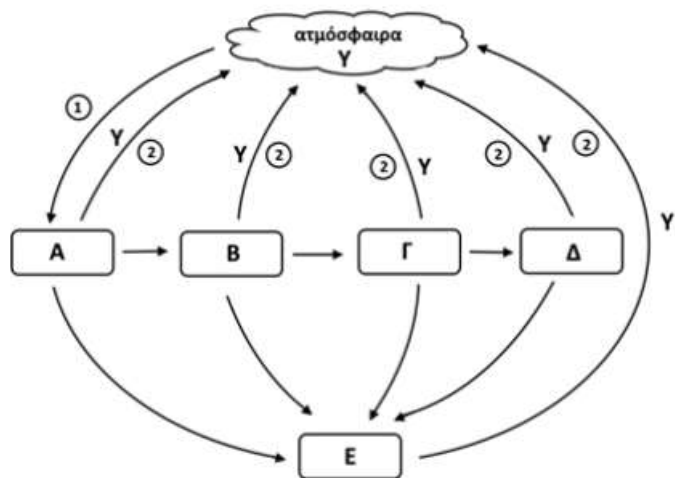
β. Να εξηγήσετε με ποιο φαινόμενο συνδέεται το DDT (μονάδες 4) και να εξηγήσετε στους ιστούς ποιων οργανισμών του οικοσυστήματος θα βρεθεί η μεγαλύτερη συγκέντρωση του εντομοκτόνου σε mg/kg οργανισμού (μονάδες 3).

Μονάδες 13

α. παραγωγοί: 100.000 kg, καταναλωτές 1ης τάξης 10.000 kg, καταναλωτές 3ης τάξης 100 kg.

β. Το φαινόμενο που προκαλεί το DDT ονομάζεται βιοσυσώρευση κατά το οποίο αυξάνεται η συγκέντρωση τοξικών χημικών ουσιών στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων. Η συγκέντρωση του εντομοκτόνου θα είναι αυξημένη στους ιστούς των οργανισμών του 4ου τροφικού επιπέδου, καταναλωτές 3ης τάξης, καθώς αυτοί οι τοξικοί ρυπαντές, δε διασπώνται (μη βιοδιασπώμενες ουσίες) από τους οργανισμούς, με αποτέλεσμα, ακόμη και αν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, να συσσωρεύονται στους κορυφαίους καταναλωτές, καθώς περνούν από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο.

60. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η πορεία του άνθρακα σε ένα οικοσύστημα στο οποίο ζουν οι εξής οργανισμοί: φίδια (τρέφονται από βατράχους), πεταλούδες (τρέφονται από ποώδη φυτά), ποώδη φυτά, βάτραχοι (τρέφονται από πεταλούδες), βακτήρια του εδάφους και μύκητες (τρέφονται με πεσμένα φύλλα και καρπούς, τριχώματα και πτώματα ζώων). Οι θέσεις Α έως Ε αναφέρονται σε οργανισμούς του οικοσυστήματος, οι αριθμοί 1 και 2 αντιστοιχούν σε δύο βιολογικές διεργασίες και το γράμμα Υ σε μία ανόργανη ένωση.



α. Να γράψετε τα ονόματα των οργανισμών που αντιστοιχούν στις θέσεις Α, Β, Γ, Δ και Ε (μονάδες 5) και το όνομα της χημικής ένωσης Υ (Μονάδες 1).

β. Να ονομάσετε τις διαδικασίες 1 και 2 (μονάδες 2) και να περιγράψετε τη διαδικασία 1 (Μονάδες 4).

Μονάδες 12

α. Α: ποώδη φυτά, Β: πεταλούδες, Γ: βάτραχοι, Δ: φίδια, Ε: μύκητες και βακτήρια (αποικοδομητές). Η χημική ένωση Υ αντιστοιχεί στο διοξείδιο του άνθρακα.

β. Διαδικασία 1: φωτοσύνθεση, 2: κυτταρική αναπνοή (οξειδωση της γλυκόζης). Κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης οι παραγωγοί δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν γλυκόζη και άλλους υδατάνθρακες από απλά ανόργανα μόρια (διοξείδιο του άνθρακα και νερό).

61. Σε ένα λιμναίο οικοσύστημα υποθέτουμε ότι το ηλιακό φως φτάνει μέχρι το βάθος των 20 μέτρων. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται δύο οικοσυστήματα. Το οικοσύστημα Α με άνω όριο την επιφάνεια της λίμνης και κάτω όριο τα 20 μέτρα και το οικοσύστημα Β με άνω όριο τα 20 μέτρα και κάτω όριο τον πυθμένα της λίμνης.

α. Να εξηγήσετε πώς χαρακτηρίζονται τα οικοσυστήματα Α και Β με βάση τον τρόπο με τον οποίο εισάγεται η απαραίτητη ενέργεια για τη διατήρησή τους (μονάδες 4) και να δώσετε ένα παράδειγμα χερσαίου οικοσυστήματος, αντίστοιχου με το οικοσύστημα Β (μονάδες 3).

β. Το οικοσύστημα της λίμνης, μετά τη μακροχρόνια προσθήκη λιπασμάτων από γειτονικές γεωργικές εκτάσεις καθίσταται ευτροφικό. Αυτό οδηγεί σε αύξηση του φυτοπλαγκτού που συσσωρεύεται στην επιφάνεια. Με βάση αυτό το αποτέλεσμα να εκτιμήσετε, αν το κάτω όριο του οικοσυστήματος Α θα παραμείνει το ίδιο ή θα γίνει μικρότερο ή μεγαλύτερο των 20 μέτρων (μονάδες 6).

Μονάδες 13

α. Το Α είναι αυτότροφο οικοσύστημα, γιατί η ενέργεια εισάγεται σε αυτό με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ το Β είναι ετερότροφο, γιατί η ενέργεια εισάγεται σε αυτό με τη μορφή χημικών ενώσεων. Ένα παράδειγμα ετερότροφου χερσαίου οικοσυστήματος είναι μία πόλη, η οποία εισάγει την ενέργεια που χρειάζεται για την επιβίωση των κατοίκων της με τη μορφή των τροφίμων, που δεν έχουν παραχθεί σ' αυτήν, αλλά σε άλλα αυτότροφα οικοσυστήματα.

β. Η πυκνότητα του φυτοπλαγκτού έχει αυξηθεί στα ανώτερα στρώματα του νερού, οπότε μειώνεται η διαύγεια του νερού της λίμνης και συνεπώς το ηλιακό φως θα φτάνει σε μικρότερο βάθος. Επομένως, οι παραγωγοί θα βρίσκονται πιο κοντά στην επιφάνεια, το ίδιο και οι καταναλωτές και το κάτω όριο του αυτότροφου οικοσυστήματος Α θα είναι μικρότερο από τα 20 μέτρα.

62. Ο ευτροφισμός, που παρουσιάζεται συνήθως σε λίμνες ή κλειστούς αβαθείς κόλπους, είναι αποτέλεσμα ρύπανσης των υδάτων, κατά το οποίο η υπέρμετρη αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων συνεπάγεται τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό και κατά συνέπεια την αλλοίωση της βιοποικιλότητας σε αυτά τα οικοσυστήματα.

α. Να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο τα αστικά λύματα συμμετέχουν στη δημιουργία του φαινομένου του ευτροφισμού (μονάδες 3) και να περιγράψετε ένα ακόμη πιθανό πρόβλημα που μπορεί να προκαλέσουν τα αστικά λύματα στα υδάτινα οικοσυστήματα (μονάδες 3).

β. Να αναφέρετε έναν επιπρόσθετο παράγοντα, ο οποίος μπορεί να συμβάλλει στο φαινόμενο του ευτροφισμού των υδάτων (μονάδες 2) και να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος θα μπορούσε να τον περιορίσει (μονάδες 5).

Μονάδες 13

α. Τα αστικά λύματα που καταλήγουν μέσω των αγωγών αποχέτευσης στα υδάτινα οικοσυστήματα περιέχουν παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) και διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης όπως απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά. Τα αστικά λύματα συντελούν στο φαινόμενο του ευτροφισμού μέσω των νιτρικών και φωσφορικών αλάτων που περιέχουν. Επειδή τα αστικά λύματα περιέχουν, επίσης, και παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) μπορεί να δημιουργήσουν αύξηση του μικροβιακού φορτίου των υδάτων, που μπορεί να γίνει αιτία για τη μετάδοση σοβαρών νοσημάτων.

β. Άλλη πηγή νιτρικών και φωσφορικών αλάτων αποτελούν τα βιομηχανικά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στις αγροτικές καλλιέργειες και τα οποία αποπλένονται από το νερό της βροχής, καταλήγοντας έτσι στα υδάτινα οικοσυστήματα. Με την υιοθέτηση πιο οικολογικών τρόπων εμπλουτισμού του εδάφους των καλλιεργειών σε άζωτο, όπως είναι η αγρανάπαυση και η αμειψισπορά, θα μπορούσε να περιοριστεί η χρήση βιομηχανικών λιπασμάτων και να περιοριστεί το φαινόμενο του ευτροφισμού

**63.** Σε ένα χερσαίο οικοσύστημα υπάρχουν 2 πεύκα, στα οποία φιλοξενούνται συνολικά 50.000 κάμπιες, με μέση βιομάζα 2g η κάθε μία. Σε κάθε κάμπια παρασιτούν 100 πρωτόζωα.

α. Να υπολογίσετε τον πληθυσμό του κάθε τροφικού επιπέδου (μονάδες 2), να σχεδιάσετε την πυραμίδα πληθυσμού (μονάδες 2) και να εξηγήσετε τη μορφή της (μονάδες 3).

β. Να υπολογίσετε τη βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου (μονάδες 3) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη πυραμίδα βιομάζας (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2)

Μονάδες 13

α. Η πυραμίδα πληθυσμού και ο πληθυσμός κάθε τροφικού επιπέδου φαίνεται στο σχήμα. Η πυραμίδα είναι ανεστραμμένη, καθώς όταν υπάρχουν παρασιτικές τροφικές σχέσεις, ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων γίνεται ολόένα μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων, ενώ το εμβαδόν κάθε επάλληλου ορθογωνίου (τροφικό επίπεδο) είναι ανάλογο με το μέγεθος της μεταβλητής (πληθυσμός στη συγκεκριμένη περίπτωση) που απεικονίζεται.



β. Η πυραμίδα βιομάζας και η βιομάζα κάθε τροφικού επιπέδου απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Η βιομάζα των καμπιών είναι:  $50.000 \times 2 \text{ g} = 100.000 \text{ g} = 100 \text{ Kg}$  ή  $0.1 \text{ tn}$ . Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το 10% περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το 90% της ενέργειας χάνεται. Σε γενικές γραμμές, η ίδια πτωτική τάση (της τάξης του 90%) που

παρουσιάζεται στις τροφικές πυραμίδες ενέργειας εμφανίζεται και στις τροφικές πυραμίδες βιομάζας, καθώς, 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.

\*\*\*\*\*