1.

* 1. **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

**Λύση**

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.

2.

**Σε ένα χερσαίο οικοσύστημα υπάρχουν κάμπιες, κουκουβάγιες (τρέφονται από κοτσύφια), ποώδη 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

**Λύση**

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

**β.** H βιομάζα στα ποώδη 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.

3.

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 απορροφάτε 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

**Λύση**

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

β. Το φαινόμενο που προκαλεί το DDT ονομάζεται βιοσυσσώρευση 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.

4.

**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

**Λύση**

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 (οξείδωση 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).

5.

**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

**Λύση**

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.

6.

**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

**Λύση**

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.

7.

**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

**Λύση**

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 ολοένα 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 Χ 2 g = 100.000 g = 100 Kg ή

0.1tn.

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.

8.

Τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα, ένα νεαρό ζευγάρι αποφάσισε να ασχοληθεί με την καλλιέργεια, την επεξεργασία και το εμπόριο του φαρμακευτικού φυτού λεβάντα (*Levandula angustifolia*) και των προϊόντων του. Στο χωράφι της καλλιέργειας, την άνοιξη που ανθίζουν οι λεβάντες με τα χαρακτηριστικά ιώδη (μωβ) λουλούδια τους, εμφανίστηκαν πεταλούδες με κίτρινα, πεταλούδες με λευκά και πεταλούδες με ιώδη (μωβ) φτερά. Ταυτόχρονα, στο χωράφι άρχισαν να ζουν και εντομοφάγα πουλιά που τρέφονται με τις πεταλούδες. Την άνοιξη του 2020 το χωράφι αυτό επισκέφτηκαν μαθητές του γειτονικού Λυκείου, οι οποίοι παρατήρησαν ότι στον πληθυσμό των πεταλούδων κυριαρχούσαν οι πεταλούδες με τα ιώδη (μωβ) φτερά, ενώ εκείνες με τα λευκά ή τα κίτρινα φτερά ήταν ελάχιστες.

**α.** Να εξηγήσετε αν το χωράφι με τις λεβάντες μπορεί να θεωρηθεί ένα οικοσύστημα (μονάδες 6).

**β.** Να ερμηνεύσετε, με βάση τη δράση της φυσικής επιλογής, τη σύσταση του πληθυσμού των πεταλούδων, ως προς τον χρωματισμό τους, το έτος 2020 (μονάδες 6).

Μονάδες 12

**Λύση**

α. Το χωράφι με τις λεβάντες μπορεί να θεωρηθεί οικοσύστημα καθώς περιλαμβάνει βιοτικούς παράγοντες (λεβάντες, πεταλούδες, πουλιά), αβιοτικούς παράγοντες (θερμοκρασία, διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων κ.ά.) καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους.

**β.** Οι πεταλούδες με τα ιώδη (μωβ) φτερά διακρίνονται δυσκολότερα από τους θηρευτές τους, τα εντομοφάγα πουλιά, ανάμεσα στις ιώδεις (μωβ) λεβάντες σε σχέση με τις πεταλούδες που έχουν κίτρινα ή λευκά φτερά. Δηλαδή παρουσιάζουν προσαρμοστικό πλεονέκτημα. Γι’ αυτόν το λόγο, με την πάροδο του χρόνου, οι μωβ πεταλούδες επικράτησαν σταδιακά στον πληθυσμό των πεταλούδων, αφού είχαν μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης και μεταβίβασης του χαρακτηριστικού τους (ιώδες χρώμα) με μεγαλύτερη συχνότητα στις επόμενες γενιές, σε σχέση με τις κίτρινες και τις λευκές.

9.

**Η συστηματική καύση των ορυκτών καυσίμων, που ξεκίνησε κατά τον 19ο αιώνα και συνεχίστηκε 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

**Λύση**

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.

10.

* 1. **Οι οργανισμοί έχουν ανάγκη από ενέργεια την οποία εξασφαλίζουν με την τροφή τους. Οι τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών είναι ποιοτικές (ποιος τρώει ποιον) και ποσοτικές (τι ποσότητα τρώει).**

α. Να αναφέρετε τους δύο τρόπους με τους οποίους γίνεται η απεικόνιση των ποιοτικών τροφικών σχέσεων (μονάδες 2) και να εξηγήσετε ποιον από τους τρόπους αυτούς θα χρησιμοποιούσατε για να απεικονίσετε τις ποιοτικές τροφικές σχέσεις ενός δασικού οικοσυστήματος (μονάδες 4).

β. Η απεικόνιση των ποσοτικών τροφικών σχέσεων γίνεται με τις τροφικές πυραμίδες. Να εξηγήσετε από τι αποτελούνται οι τροφικές πυραμίδες (μονάδες 3) και να περιγράψετε τα είδη των τροφικών πυραμίδων που υπάρχουν, ανάλογα με τη μεταβολή της μεταβλητής που παρουσιάζουν (μονάδες 3).

# Μονάδες 12

**Λύση**

α. Με τις τροφικές αλυσίδες και τα τροφικά πλέγματα. Για το δασικό οικοσύστημα θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το τροφικό πλέγμα με το οποίο δηλώνονται οι διαφορετικές πηγές με τις οποίες τρέφεται κάθε οργανισμός του δάσους, καθώς οι τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών του συγκεκριμένου οικοσυστήματος είναι περισσότερο πολύπλοκες.

β. Οι τροφικές πυραμίδες αποτελούνται από τροφικά επίπεδα (επάλληλα ορθογώνια), σε καθένα από τα οποία περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» από τον ήλιο. Πιο συγκεκριμένα:

* Το πρώτο τροφικό επίπεδο, που βρίσκεται στη βάση της τροφικής πυραμίδας, 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.

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.

11.

* 1. **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

**Λύση**

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, όποτε 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). Aν 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.

12.

* 1. **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**](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CE%BF%CE%AF_%CE%9A%CE%B5%CE%BB%CF%83%CE%AF%CE%BF%CF%85) **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

**Λύση**

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.

13.

**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

**Λύση**

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 εμβαδό 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

14.

**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

**Λύση**

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

15.

* 1. **Τα τελευταία χρόνια, ολοένα και εδραιώνεται στις συνειδήσεις των ανθρώπων η οικολογική ενσυναίσθηση, καθώς και το ενδιαφέρον για τη λεγόμενη πράσινη ανάπτυξη. Η πράσινη ανάπτυξη αφορά στην εύρεση νέων τρόπων ανάπτυξης της κοινωνίας και της οικονομίας, σεβόμενη πάντα την προστασία του περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων του.**

**α.** Να ορίσετε την έννοια της οικολογίας (μονάδες 2) και του οικοσυστήματος (μονάδες 2). Να αναφέρετε ποιο είναι το μεγαλύτερο γνωστό οικοσύστημα (μονάδες 2).

**β.** Αν μια γλάστρα με ένα φυτό, στα φύλλα του οποίου, επιβιώνει ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών θεωρείται ένα οικοσύστημα, πιστεύετε ότι το έντερο του ανθρώπου μπορεί να θεωρηθεί οικοσύστημα (μονάδες 2); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 12

**Λύση**

α. Οικολογία είναι η επιστήμη που μελετά τις σχέσεις των οργανισμών και φυσικά του ανθρώπου με:

* τους αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντός τους, δηλαδή το κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια), τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, τη σύσταση του εδάφους, την αλατότητα του νερού κ.ά.
* τους άλλους οργανισμούς που ανήκουν στο ίδιο ή σε διαφορετικό είδος από αυτούς.

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.

Το μεγαλύτερο γνωστό οικοσύστημα είναι η βιόσφαιρα, δηλαδή το τμήμα του φλοιού της Γης και της ατμόσφαιρας που επιτρέπει την ύπαρξη ζωής.

β. Στο έντερο του ανθρώπου υπάρχουν μικροοργανισμοί, δηλαδή βιοτικοί παράγοντες, όπως το βακτήριο *Escherichia coli*, οι οποίοι, όταν βρίσκονται σε μικρό αριθμό και δεν μεταναστεύουν σε άλλους ιστούς και όργανα, αποτελούν φυσιολογική μικροχλωρίδα για τον άνθρωπο. Υπάρχουν, επίσης, αβιοτικοί παράγοντες, όπως μπορούν να θεωρηθούν η βιταμίνη Κ που παράγει το ίδιο το βακτήριο, η θερμοκρασία του εντέρου, το pH που ευνοεί την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροβίων, καθώς και τα συστατικά της τροφής που καταλήγουν μετά την πέψη στο στομάχι. Οι βιοτικοί και οι αβιοτικοί παράγοντες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι πληρούνται οι προϋποθέσεις για να θεωρηθεί το έντερο οικοσύστημα.

16.

* 1. **Η χώρα μας, ανεξαρτήτως εποχής, συγκαταλέγεται ανάμεσα στους κορυφαίους τουριστικούς προορισμούς στον κόσμο. Σημαντικό ρόλο, εκτός των άλλων, κατέχει η ιδιαίτερη γεωγραφικής της θέσης 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

**Λύση**

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 φύτρωση 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).

17.

* 1. **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 2x105 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

**Λύση**

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 2x105 Kg τότε του φυτοπλαγκτόν θα είναι 2x107 Kg, του ζωοπλαγκτόν θα είναι 2x106 Kg και των δελφινιών θα είναι 2x104 Kg.



β. Αν σε κάθε κιλό φυτοπλαγκτόν περιέχονται 20 KJ τότε στα 2x107 Kg φυτοπλαγκτόν θα περιέχονται 4x108 KJ. Από το ένα τροφικό επίπεδο περνά στο επόμενο το 10%. Επομένως αν η ενέργεια του φυτοπλαγκτόν είναι 4x108 KJ τότε του ζωοπλαγκτόν θα είναι 4x107 KJ, των μικρών ψαριών θα είναι 4x106 KJ και των δελφινιών θα είναι 4x105 KJ.

18.

* 1. **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

**Λύση**

α. Η μορφή της ακτινοβολίας που εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα είναι η υπέρυθρη, 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.

19.

**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

**Λύση**

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).

20.

* 1. **Σε ένα χερσαίο οικοσύστημα υπάρχουν 20 βελανιδιές. Σε καθεμιά 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

**Λύση**

α. Συνολικά στο πρώτο τροφικό επίπεδο των παραγωγών υπάρχουν 20 βελανιδιές. Από κάθε βελανιδιά τρέφονται 50.000 κάμπιες,

άρα συνολικά υπάρχουν 20 × 50.000 = 1.000.000 κάμπιες.

Στο ανώτερο τροφικό επίπεδο (καταναλωτές 2ης τάξης) υπάρχουν

1.000.000 × 1.000 = 109 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 Χ 1 g = 1.000.000 g = 1.000 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 Κg ή 10 tn. Άρα κάθε δέντρο βελανιδιάς ζυγίζει 10.000Kg / 20 = 500 Kg το καθένα.

21.

* 1. **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

**Λύση**

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.

22.

* 1. **Η ρύπανση, ανάλογα με το τμήμα της βιόσφαιρας που πλήττει, διακρίνεται σε ατμοσφαιρική, σε ρύπανση των υδάτων και σε ρύπανση του εδάφους, χωρίς όμως η διάκριση αυτή να θεωρείται απόλυτη.**

α. Να δώσετε τον ορισμό της ρύπανσης (μονάδες 2) και να αναφέρετε τους παράγοντες που συγκαταλέγονται στους ρύπους (μονάδες 4).

β. Να αναφέρετε το κριτήριο, με βάση το οποίο, στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας ρύπος συνιστά απειλή για το περιβάλλον (μονάδες 3) και να εξηγήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 12

**Λύση**

α. Ρύπανση ονομάζεται η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς. Στους ρύπους ανήκουν συγκεκριμένες χημικές ουσίες και διάφορες μορφές ενέργειας, όπως η θερμότητα, ο ήχος και οι ακτινοβολίες.

β. Στις περισσότερες περιπτώσεις, κριτήριο για την απειλή που συνιστά ένας ρύπος για το περιβάλλον δεν είναι τόσο η ποιότητά του όσο ο ρυθμός με τον οποίο προστίθεται σε ένα οικοσύστημα. Για παράδειγμα 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. Αντίθετα, είναι δυνατόν μια τοξική ουσία να είναι ανίκανη να προκαλέσει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αν απομακρύνεται ή αδρανοποιείται με μεγαλύτερο ρυθμό από ό,τι εισάγεται στο οικοσύστημα.

23.

* 1. **Φυσιολογικά, τα ερημικά οικοσυστήματα βρίσκονται εκεί όπου η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή, ενώ τα μεσογειακά οικοσυστήματα απαντούν σε περιοχές με μεσογειακού τύπου κλίμα.**

α. Να αναφέρετε τα χαρακτηριστικά που εμφανίζουν τα ερημικά οικοσυστήματα (μονάδες 3) και τους λόγους για τους οποίους μπορεί να ερημοποιηθεί ένα οικοσύστημα (μονάδες 4).

β. Να αναφέρετε τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος (μονάδες 3) και τους λόγους για τους οποίους, στα μεσογειακά οικοσυστήματα, ευνοείται η εκδήλωση πυρκαγιών (μονάδες 3).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Τα ερημικά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από άγονα εδάφη, μικρή παραγωγικότητα και μικρή βιομάζα. Οι λόγοι για τους οποίους ένα οικοσύστημα μπορεί να ερημοποιηθεί είναι: η καταστροφή του οικοσυστήματος από την όξινη βροχή, η αποψίλωση, όπως στην περίπτωση των τροπικών δασών και οι πυρκαγιές σε συνδυασμό με την υπερβόσκηση (για τα μεσογειακά οικοσυστήματα).

**β.** Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από αλληλοδιαδοχή ενός υγρού και σχετικά ήπιου θερμοκρασιακά χειμώνα με ένα θερμό και ξηρό καλοκαίρι. Σε αυτό, ευνοείται η εκδήλωση πυρκαγιάς λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, της μεγάλης ξηρασίας και της συσσώρευσης μη αποικοδομημένων ξερών φύλλων στο έδαφος.

24.

* 1. **Ένα χαρακτηριστικό καφετί νέφος εμφανίζεται στην ατμόσφαιρα της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, ιδιαίτερα τις ημέρες που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, μικρή υγρασία και μεγάλη ηλιοφάνεια. Το νέφος αυτό σχηματίζεται από τη συσσώρευση αέριων ρύπων, όπως του μονοξειδίου του άνθρακα και των οξειδίων του αζώτου, και την επακόλουθη αντίδρασή τους με άλλα συστατικά της ατμόσφαιρας υπό καθορισμένες συνθήκες.**

α. Να ονομάσετε το περιβαλλοντικό πρόβλημα που επιβαρύνει την ατμόσφαιρα των πόλεων αυτών (μονάδες 2). Να εξηγήσετε τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν το μονοξείδιο του άνθρακα (μονάδες 1) και τα οξείδια του αζώτου (μονάδες 3) στην υγεία του ανθρώπου.

β. Να χαρακτηρίσετε τους ρύπους που αρχικά εμφανίζονται στην ατμόσφαιρα προκειμένου να οδηγήσουν στο περιβαλλοντικό πρόβλημα που περιγράψατε (μονάδα 1), να εξηγήσετε με ποιά ένωση και υπό ποιες συνθήκες αντιδρούν στην ατμόσφαιρα (μονάδες 4) και να ονομάσετε τις ενώσεις στις οποίες μετατρέπονται (μονάδες 2).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Το περιβαλλοντικό πρόβλημα που εμφανίζεται στη πόλη της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης είναι το φωτοχημικό νέφος. Το μονοξείδιο του άνθρακα παρεμποδίζει σε υψηλές συγκεντρώσεις τη μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς, γιατί ανταγωνίζεται το οξυγόνο για την ειδική θέση σύνδεσης στο μόριο της αιμοσφαιρίνης. Τα οξείδια του αζώτου προκαλούν καταστροφές στους ιστούς των πνευμόνων και εξασθενίζουν την αντίσταση του οργανισμού στην πνευμονία, ενώ η έκθεση, για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε χαμηλές συγκεντρώσεις τους είναι υπεύθυνη για την πρόκληση εμφυσήματος.

β. Οι ρύποι που εμφανίζονται αρχικά στην ατμόσφαιρα, παράγονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (αυτοκινήτων, αεροπλάνων, εργοστασίων) και ονομάζονται πρωτογενείς ρύποι. Οι πρωτογενείς ρύποι αντιδρούν με τη σειρά τους με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα προϊόντα που σχηματίζονται ονομάζονται δευτερογενείς ρύποι (π.χ. όζον, PAN).

25.

* 1. **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 κότσυφα, 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

**Λύση**

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.

26.

* 1. **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

**Λύση**

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 στου 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.

27.

* 1. **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

**Λύση**

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 κύκλο 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).

28.

* 1. **Ένα ερημικό οικοσύστημα φυσιολογικά βρίσκεται σε περιοχές με πολύ χαμηλή βροχόπτωση. Ωστόσο, και η ανθρώπινη παρέμβαση μπορεί να οδηγήσει στην ερημοποίηση ενός οικοσυστήματος.**

α. Να αναφέρετε δύο ανθρώπινες παρεμβάσεις που μπορεί να οδηγήσουν ένα οικοσύστημα στην ερημοποίηση (μονάδες 3) και να περιγράψετε τα βασικά χαρακτηριστικά των ερημικών οικοσυστημάτων (μονάδες 3).

β. Να περιγράψετε με ποιο τρόπο μπορεί μια πυρκαγιά να οδηγήσει στη διάβρωση του εδάφους και τελικά σε ερημοποίηση (μονάδες 7).

Μονάδες 13

**Λύση**

α. Η αποψίλωση και η όξινη βροχή είναι δύο ανθρώπινες παρεμβάσεις που οδηγούν σε ερημοποίηση (εναλλακτικά: οι πυρκαγιές σε συνδυασμό με την υπερβόσκηση). Τα ερημικά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από άγονα εδάφη, μικρή παραγωγικότητα (χαμηλό, δηλαδή, ρυθμό με τον οποίο οι οργανισμοί των ερημικών οικοσυστημάτων παράγουν οργανική ύλη) και μικρή βιομάζα.

β. Τα φυτά συγκρατούν με τις ρίζες τους το χώμα. Οι πυρκαγιές καταστρέφουν τα φυτά, επομένως το νερό της βροχής παρασύρει το χώμα, το οποίο δεν μπορεί πλέον να συγκρατηθεί από 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.

29.

* 1. **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

**Λύση**

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.

30.

* 1. **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 περιγράφει 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

**Λύση**

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.

31.

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

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

β. Αν εξαφανιστεί ο οργανισμός 4 να εξηγήσετε πως μπορει 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

**Λύση**

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 οργανισμούς 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.

32.

* 1. **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

**Λύση**

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.