

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 2026

ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ (21)

Ημερομηνία και Ώρα εξέτασης: Δευτέρα, 22 Ιουνίου 2026

08:00 - 11:00

ΛΥΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ

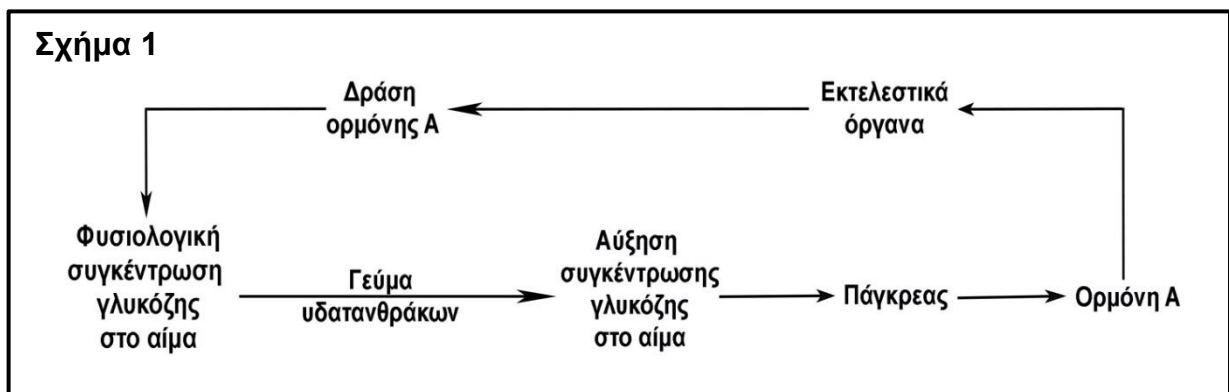
Μέρος Α': Αποτελείται από έξι (6) ερωτήσεις.

Να απαντήσετε και στις έξι (6) ερωτήσεις.

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με πέντε (5) μονάδες.

Ερώτηση 1 (Μονάδες 5)

Το **Σχήμα 1** παρουσιάζει τον ομοιοστατικό μηχανισμό ρύθμισης της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε υδατάνθρακες.



(α) Να ονομάσετε την ορμόνη **A**, καθώς και τα κύτταρα του παγκρέατος τα οποία την παράγουν. (μονάδα 1)

Ορμόνη A: Ινσουλίνη

Κύτταρα: β-κύτταρα του παγκρέατος

(β) i. Να γράψετε αν ο ομοιοστατικός μηχανισμός του **Σχήματος 1** είναι θετικής ή αρνητικής ανάδρασης. (μονάδα 1)

Αρνητικής ανάδρασης.

ii. Να αναφέρετε τι θα συμβεί στη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα, αν ο ομοιοστατικός μηχανισμός του **Σχήματος 1** διαταραχθεί, λόγω αδυναμίας παραγωγής της ορμόνης **A**. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 1,5)

Η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα θα είναι αυξημένη. Λόγω της έλλειψης ικανοποιητικών συγκεντρώσεων ινσουλίνης στο αίμα, η γλυκόζη δεν μπορεί να εισέλθει στα κύτταρα, άρα θα αυξηθεί η συγκέντρωσή της στο αίμα.

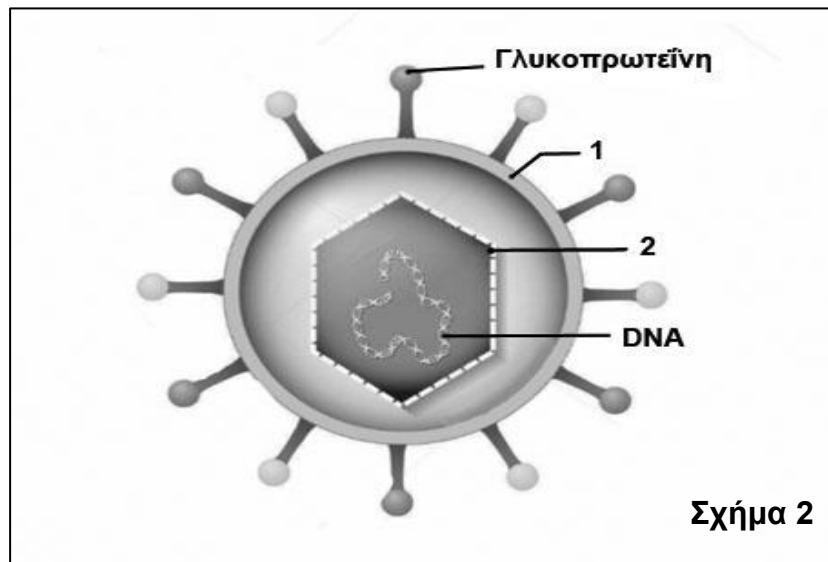
(γ) Να ονομάσετε **ένα (1)** εκτελεστικό όργανο του ομοιοστατικού μηχανισμού του **Σχήματος 1** και να αναφέρετε **ένα (1)** αποτέλεσμα της δράσης της ορμόνης **A** στο όργανο αυτό. (μονάδες 1,5)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Ήπαρ, μετατροπή της γλυκόζης σε γλυκογόνο (ή γλυκογονογένεση)
- Μύες, μετατροπή της γλυκόζης σε αμινοξέα-πρωτεΐνες
- Μύες, μετατροπή της γλυκόζης σε γλυκογόνο (ή γλυκογονογένεση)

Ερώτηση 2 (Μονάδες 5)

Ο κυτταρομεγαλοϊός (CMV) είναι ένας ερπητοϊός (DNA ιός) ο οποίος μολύνει άτομα όλων των ηλικιών. Συνήθως προκαλεί ήπια συμπτώματα με χαμηλό πυρετό, αλλά μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα υγείας σε νεογνά και σε ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς. Το **Σχήμα 2** παρουσιάζει τη δομή του κυτταρομεγαλοϊού.



(α) Να ονομάσετε τις ενδείξεις **1** και **2** του **Σχήματος 2**. (μονάδα 1)

1: Έλυτρο

2: Καψίδιο

(β) Να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο ο πυρετός αναστέλλει τον σχηματισμό νέων ιικών σωματιδίων, κάνοντας αναφορά στα στάδια πολλαπλασιασμού του κυτταρομεγαλοϊού (DNA ιός) τα οποία επηρεάζονται. (μονάδες 3)

Ο πυρετός παρεμποδίζει τη λειτουργία των ενζύμων των κυτάρων-ξενιστών. Ο κυτταρομεγαλοϊός ως ενδοκυτταρικό παράσιτο χρησιμοποιεί τα ένζυμα του κυττάρου ξενιστή για τις διαδικασίες της αντιγραφής του DNA του, της μεταγραφής του σε mRNA και της μετάφρασής του σε πρωτεΐνες. Έτσι δεν παράγονται νέα μόρια DNA του ιού ούτε ιικές πρωτεΐνες, με αποτέλεσμα να μην σχηματίζονται νέα ιικά σωματίδια.

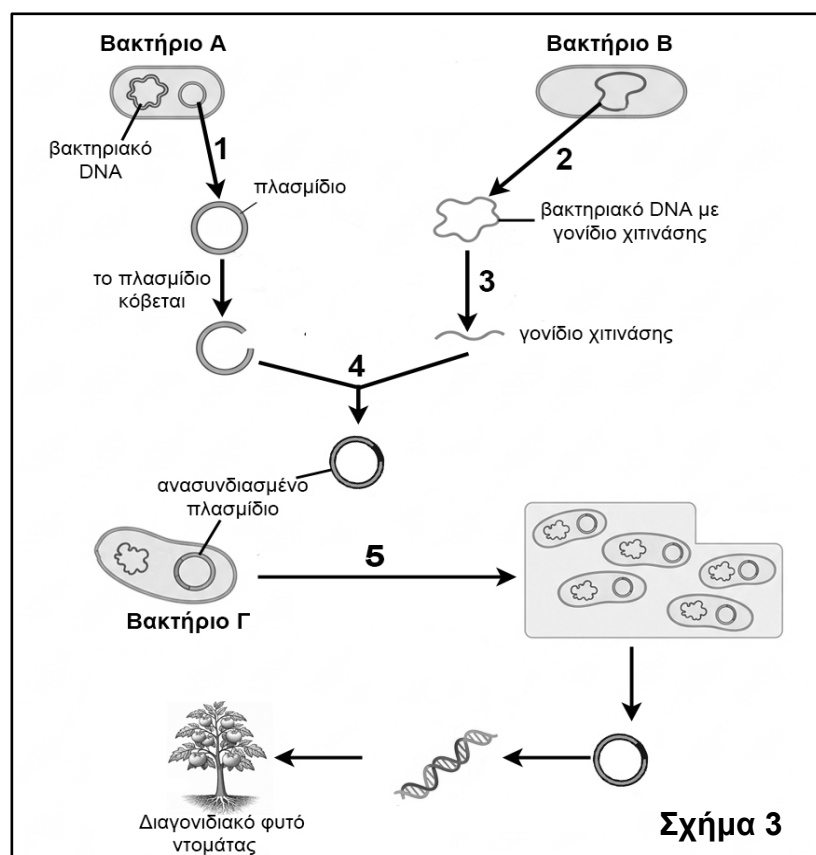
(γ) Να περιγράψετε έναν (1) φυσικό τρόπο με τον οποίο ένα νεογνό μπορεί να αποκτήσει ανοσία για τον κυτταρομεγαλοϊό, ώστε να μη νοσήσει βαριά. (μονάδα 1)

Μέσω του μητρικού γάλακτος / θηλασμού, μεταφέρονται αντισώματα από τη μητέρα στο νεογνό.

Ερώτηση 3 (Μονάδες 5)

Για την αντιμετώπιση των μυκητιάσεων από τις οποίες προσβάλλονται τα φυτά ντομάτας, οι επιστήμονες δημιούργησαν διαγονιδιακά φυτά ντομάτας, τα οποία παράγουν το βακτηριακό ένζυμο χιτινάση. Η χιτινάση διασπά τη χιτίνη, βασικό συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος των μυκήτων, με αποτέλεσμα την προστασία των φυτών από τις μυκητιάσεις.

Στο **Σχήμα 3** παρουσιάζεται η διαδικασία δημιουργίας διαγονιδιακών φυτών ντομάτας.



(α) Να περιγράψετε σε συντομία τα στάδια **1** μέχρι **4**, τα οποία παρουσιάζονται στο **Σχήμα 3**. Στην περιγραφή σας να αναφέρετε τα ένζυμα τα οποία είναι απαραίτητα στα στάδια **3** και **4**. (μονάδες 3)

Στάδιο 1: Από το βακτήριο A απομονώνεται το πλασμίδιο.

Στάδιο 2: Από το βακτήριο B απομονώνεται το DNA το οποίο περιέχει το γονίδιο της χιτινάσης (ή το γονίδιο ενδιαφέροντος).

Στάδιο 3: Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αποκόπτουν το DNA σε συγκεκριμένα σημεία, ώστε να απομονωθεί το γονίδιο της χιτινάσης (ή το γονίδιο ενδιαφέροντος).

Στάδιο 4: Το ένζυμο DNA λιγάση, συρράπτει / ενώνει το πλασμίδιο με το γονίδιο ενδιαφέροντος, και έτσι δημιουργείται το ανασυνδυασμένο DNA.

(β) Να ονομάσετε τη διαδικασία που περιγράφεται στο Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας, με την οποία προκύπτουν πανομοιότυπα μόρια DNA κατά το στάδιο **5** του **Σχήματος 3**. (μονάδα 1)

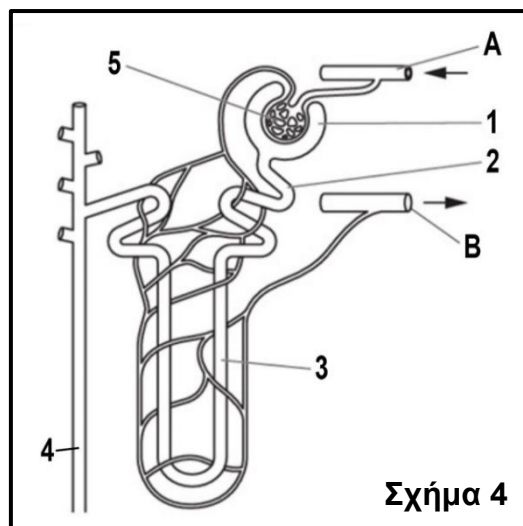
Αντιγραφή ή αυτοδιπλασιασμός του DNA.

(γ) Να γράψετε το χαρακτηριστικό του γενετικού κώδικα το οποίο εξηγεί γιατί το γονίδιο της χιτινάσης, το οποίο προέρχεται από βακτηριακό DNA, μπορεί να εκφράζεται στα φυτικά κύτταρα της ντομάτας. (μονάδα 1)

Ο γενετικός κώδικας είναι παγκόσμιος/σχεδόν καθολικός.

Ερώτηση 4 (Μονάδες 5)

Το **Σχήμα 4** παρουσιάζει τη λειτουργική μονάδα του νεφρού, τον νεφρώνα, καθώς και τα αιμοφόρα αγγεία τα οποία συνδέονται μαζί του. Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση της ροής του αίματος.



(α) Να γράψετε **μία (1)** λειτουργία του νεφρού.

(μονάδα 1)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Η απέκκριση άχρηστων και τοξικών υδατοδιαλυτών προϊόντων του μεταβολισμού
- Η ρύθμιση του όγκου / της σύστασης / της ωσμωτικής πίεσης / του pH του αίματος (και έμμεσα και του εξωκυττάριου υγρού)
- Η ωσμωρύθμιση των υγρών του σώματος (καθώς και του ισοζυγίου ανάμεσα στο εξωκυττάριο και το ενδοκυττάριο υγρό)
- Η παραγωγή ορμονών (ενδοκρινής δράση) που δρουν είτε τοπικά είτε σε άλλα σημεία του σώματος

(β) Να γράψετε:

i. το γράμμα του **Σχήματος 4 (Α ή Β)**, το οποίο αντιστοιχεί στο αγγείο με τη μικρότερη συγκέντρωση ουρίας.

Το γράμμα **B**.

ii. τον αριθμό του **Σχήματος 4**, από το **1** μέχρι το **5**, ο οποίος αντιστοιχεί στο μέρος όπου ολοκληρώνεται ο σχηματισμός των ούρων.

Ο αριθμός **4**.

(γ) Η νεφρική γλυκοζουρία είναι μια πάθηση στην οποία οι μεταφορείς υπεύθυνοι για την εκλεκτική επαναρρόφηση της γλυκόζης δεν λειτουργούν ικανοποιητικά. Ως αποτέλεσμα οι ασθενείς αυτοί εμφανίζουν γλυκοζουρία, ενώ η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα τους είναι φυσιολογική. Ο **Πίνακας 1** παρουσιάζει τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών, της γλυκόζης και της ουρίας στο πλάσμα του αίματος και στα μέρη του νεφρώνα με τους αριθμούς **1** και **3 (Σχήμα 4)**, ενός ασθενή με νεφρική γλυκοζουρία.

Πίνακας 1			
Ουσία	Συγκέντρωση (mg/100 ml)		
	Πλάσμα αίματος	Μέρος 1 νεφρώνα	Μέρος 3 νεφρώνα
Πρωτεΐνες	8000	0	0
Γλυκόζη	100	100	30
Ουρία	30	30	1000

i. Να δικαιολογήσετε, με βάση τα δεδομένα του **Πίνακα 1** και τη λειτουργία της εκλεκτικής επαναρρόφησης, γιατί το άτομο αυτό πάσχει από νεφρική γλυκοζουρία.

(μονάδα 1)

Το άτομο πάσχει από νεφρική γλυκοζουρία διότι στο μέρος 3 / αγκύλη του Henle του ουροφόρου σωληναρίου η συγκέντρωση γλυκόζης θα έπρεπε να είναι μηδέν (ενώ δεν είναι), αφού η γλυκόζη επαναρροφάται εκλεκτικά (από το πρόουρο στο αίμα) στο εγγύς σπειροειδές τμήμα / μέρος 2 του ουροφόρου σωληναρίου (ή αφού θα έπρεπε να έχει ήδη γίνει επαναρρόφηση της γλυκόζης).

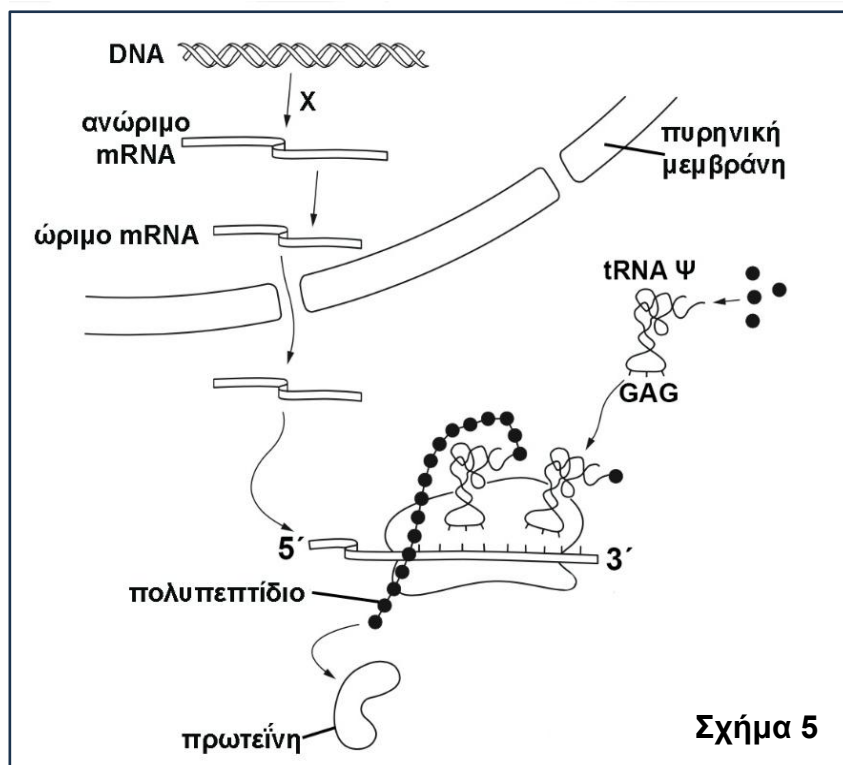
ii. Να ονομάσετε το μέρος του νεφρώνα με τον αριθμό **1** του **Σχήματος 4** και να εξηγήσετε γιατί η συγκέντρωση των πρωτεϊνών στο μέρος αυτό είναι μηδενική.
(μονάδες 2)

Μέρος 1 νεφρώνα: Ουροφόρος κοιλότητα / κάψα (ή έλυτρο) του Bowman.

Οι πρωτεΐνες λόγω μεγάλης μοριακής μάζας / μεγάλου μεγέθους δεν μπορούν να διαπεράσουν τους πόρους των τριχοειδών και τις σχισμές διήθησης των ποδοκυττάρων της κάψας τα οποία λειτουργούν ως φίλτρο, με αποτέλεσμα να μην περνούν στην ουροφόρο κοιλότητα / μέρος 1 της κάψας του Bowman.

Ερώτηση 5 (Μονάδες 5)

Το **Σχήμα 5** παρουσιάζει τις διαδικασίες οι οποίες είναι απαραίτητες για τη σύνθεση μιας ανθρώπινης πρωτεΐνης.



(α) Να ονομάσετε τη διαδικασία **X** του **Σχήματος 5**, καθώς και το ένζυμο το οποίο είναι υπεύθυνο για να γίνει η διαδικασία αυτή.
(μονάδα 1)

Διαδικασία X = Μεταγραφή
Ένζυμο: RNA πολυμεράση II

(β) Το ώριμο mRNA του **Σχήματος 5** αποτελείται από 412 νουκλεοτίδια. Τα 100 νουκλεοτίδια αντιστοιχούν στις 5' και 3' αμετάφραστες περιοχές του mRNA, ενώ τα υπόλοιπα νουκλεοτίδια αντιστοιχούν στο ανοικτό πλαίσιο ανάγνωσης του mRNA και στο κωδικό λήξης.

i. Να υπολογίσετε τον αριθμό των αμινοξέων από τα οποία θα αποτελείται το πολυπεπτίδιο που θα παραχθεί από τη μετάφραση του ώριμου mRNA του **Σχήματος 5**. Να δείξετε τους υπολογισμούς σας. (μονάδες 1,5)

412-100=312 (οι αμετάφραστες περιοχές δεν μεταφράζονται σε αμινοξέα)
312-3=309 (διότι το κωδικό λήξης δεν αντιστοιχεί σε κάποιο αμινοξύ)
309÷3=103 αμινοξέα (κάθε τριπλέτα νουκλεοτιδίων/κωδικό κωδικοποιεί ένα αμινοξύ)

ii. Να εξηγήσετε τη σημασία της 5' αμετάφραστης περιοχής του ώριμου mRNA στη διαδικασία της πρωτεϊνοσύνθεσης. (μονάδες 1,5)

Κατά την έναρξη της μετάφρασης, το mRNA συνδέεται μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων.

(γ) Με βάση το αντικωδικό του tRNA **Ψ** του **Σχήματος 5**, να γράψετε:

i. το συμπληρωματικό κωδικό του mRNA.

ii. το αντίστοιχο κωδικό στη μη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA.

(μονάδα 1)

i. CUC

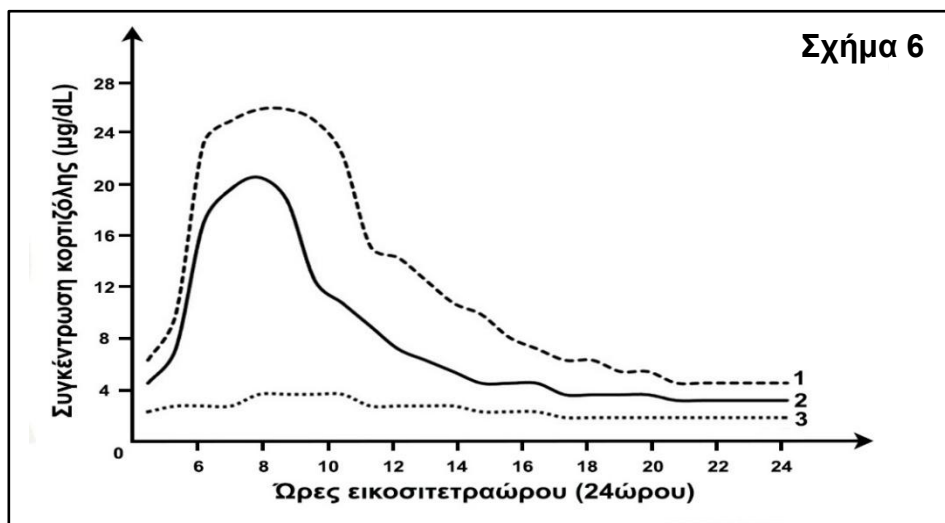
ii. CTC

Ερώτηση 6 (Μονάδες 5)

Η κορτιζόλη είναι μια ζωτικής σημασίας ορμόνη, η οποία ρυθμίζει πληθώρα λειτουργιών στον οργανισμό. Τα επίπεδα της κορτιζόλης κορυφώνονται νωρίς το πρωί, παρέχοντας την απαραίτητη ενέργεια στον οργανισμό και μειώνονται σταδιακά κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Το **Σχήμα 6** παρουσιάζει τη συγκέντρωση κορτιζόλης σε σχέση με τον χρόνο στο αίμα τριών (3) διαφορετικών ατόμων **A**, **B** και **Γ**:

- το άτομο **A** είναι υγιές
- το άτομο **B** εμφανίζει χρόνιο στρες λόγω αγχώδους διαταραχής
- το άτομο **Γ** πάσχει από τη νόσο του Addison χωρίς να λαμβάνει την κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή.



(α) Να αντιστοιχίσετε κάθε μία από τις καμπύλες **1**, **2** και **3** του **Σχήματος 6** με τα άτομα **A**, **B** και **Γ**. (μονάδες 1,5)

Καμπύλη 1: Άτομο B

Καμπύλη 2: Άτομο A

Καμπύλη 3: Άτομο Γ

(β) Να περιγράψετε **έναν (1)** τρόπο με τον οποίο η κορτιζόλη εξασφαλίζει απόθεμα ενεργειακών υλικών στον οργανισμό. (μονάδα 1)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Διεγείρει τη γλυκονεογένεση, τη διάσπαση δηλαδή των πρωτεϊνών των μυών σε αμινοξέα, και τη μετέπειτα μετατροπή τους σε γλυκόζη στο συκώτι, ώστε αυτή να χρησιμοποιηθεί ως ενεργειακό υλικό.
- Μειώνει τη χρησιμοποίηση της γλυκόζης από τους ιστούς και ευνοεί τη χρησιμοποίηση λιπαρών ουσιών, για απελευθέρωση ενέργειας.
- Αυξάνει τη σύνθεση γλυκογόνου / γλυκογονογένεση στο συκώτι από την περίσσεια της γλυκόζης που παράγεται από τη γλυκονεογένεση και από τη διάσπαση των λιπών.

(γ) Να εξηγήσετε, με βάση τον μηχανισμό αρνητικής ανάδρασης, γιατί στο άτομο Γ η συγκέντρωση φλοιοτρόπου ορμόνης (ACTH) στο αίμα του είναι συνεχώς αυξημένη.
(μονάδες 2,5)

Στους ασθενείς με τη νόσο του Addison παρατηρείται υπολειτουργία της φλοιώδους μοίρας των επινεφριδίων και η συγκέντρωση των κορτικοειδών ορμονών στο αίμα τους είναι μειωμένη. Η μειωμένη συγκέντρωση των κορτικοειδών ορμονών διεγείρει τον υποθάλαμο να εκκρίνει συνεχώς εκκλυτικούς παράγοντες, οι οποίοι αναγκάζουν την αδenoϋπόφυση να εκκρίνει μεγάλες ποσότητες φλοιοτρόπου ορμόνης. Παρά την αυξημένη συγκέντρωση φλοιοτρόπου ορμόνης, λόγω καταστροφής της φλοιώδους μοίρας των επινεφριδίων, δεν αυξάνεται η συγκέντρωση κορτικοειδών ορμονών στο αίμα. Έτσι οι υποδοχείς συνεχίζουν να λαμβάνουν μηνύματα για μειωμένη παραγωγή κορτικοειδών ορμονών και ο μηχανισμός αρνητικής ανάδρασης παραμένει ενεργοποιημένος με αποτέλεσμα τη συνεχή παραγωγή φλοιοτρόπου ορμόνης.

**ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄**

Μέρος Β': Αποτελείται από τέσσερις (4) ερωτήσεις.

Να απαντήσετε και στις τέσσερις (4) ερωτήσεις.

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες.

Ερώτηση 7 (Μονάδες 10)

(α) Σε περίπτωση οξείας αιμορραγίας, ο όγκος του αίματος και η αρτηριακή πίεση μειώνονται σημαντικά. Ο οργανισμός, στην προσπάθειά του να επιστρέψει σε συνθήκες ομοιόστασης, ενεργοποιεί διάφορους μηχανισμούς αρνητικής ανάδρασης, στους οποίους περιλαμβάνεται η αντίδραση του κυκλοφορικού συστήματος καθώς και η έκκριση δύο ορμονών από τα επινεφρίδια, της αδρεναλίνης και της αλδοστερόνης.

i. Ο **Πίνακας 2** παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις της αδρεναλίνης και της αλδοστερόνης σε σχέση με τον χρόνο, στο αίμα ενός ατόμου το οποίο έχει υποστεί οξεία αιμορραγία τη χρονική στιγμή 0.

Πίνακας 2								
Χρόνος (λεπτά)	0	3	6	9	12	15	18	21
Ορμόνη Α (pg/mL)	50	50	50	50	70	120	180	200
Ορμόνη Β (pg/mL)	50	2500	2500	2500	2500	2500	2400	2400

Να γράψετε ποια ορμόνη (**A** ή **B**) του **Πίνακα 2** αντιπροσωπεύει την αδρεναλίνη. Να εξηγήσετε την απάντησή σας με βάση τα δεδομένα του **Πίνακα 2** και τη φύση του μηνύματος το οποίο διεγείρει τον αδένα για έκκριση της κάθε ορμόνης. (μονάδες 2,5)

Η ορμόνη Β είναι η αδρεναλίνη.

Με βάση τον Πίνακα 2, η ορμόνη Β εκκρίνεται πιο γρήγορα σε σχέση με την ορμόνη Α. Η έκκριση της αδρεναλίνης από τη μυελώδη μοίρα των επινεφριδίων γίνεται μετά από νευρικό ερέθισμα / λόγω νευρικής ώσης (ηλεκτρικό μήνυμα), ενώ η έκκριση της αλδοστερόνης από τη φλοιώδη μοίρα των επινεφριδίων γίνεται μετά από χημικό ερέθισμα / ορμονικό ερέθισμα / από χημικό μήνυμα (χημική ουσία). Η ταχύτητα δράσης των νευρικών ερεθισμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη από την ταχύτητα δράσης των χημικών μηνυμάτων.

ii. Μια συνέπεια της χαμηλής αρτηριακής πίεσης είναι η μειωμένη τροφοδοσία των διαφόρων οργάνων του σώματος με οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά. Να αναφέρετε **έναν (1)** τρόπο με τον οποίο η αδρεναλίνη βοηθά στην οξυγόνωση των ζωτικών οργάνων του οργανισμού, όπου οι ανάγκες σε ενέργεια είναι μεγαλύτερες (π.χ. εγκέφαλος), στην περίπτωση οξείας αιμορραγίας. (μονάδα 1)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Επιβραδύνει τη λειτουργία των λείων μυών π.χ. του πεπτικού συστήματος, ώστε να διοχετεύεται περισσότερο αίμα σε ζωτικά όργανα/στον εγκέφαλο
- Αυξάνει τους καρδιακούς παλμούς, ώστε να γίνεται γρήγορη μεταφορά οξυγόνου (και γλυκόζης) στα ζωτικά όργανα
- Διευρύνει τους βρόγχους και τα βρογχίδια και επιταχύνει τον ρυθμό αναπνοής, ώστε να αυξάνεται η ποσότητα οξυγόνου που προσλαμβάνει ο οργανισμός
- Συστέλλει τα αιμοφόρα αγγεία του δέρματος, ώστε να διοχετεύεται περισσότερο αίμα στα ζωτικά όργανα

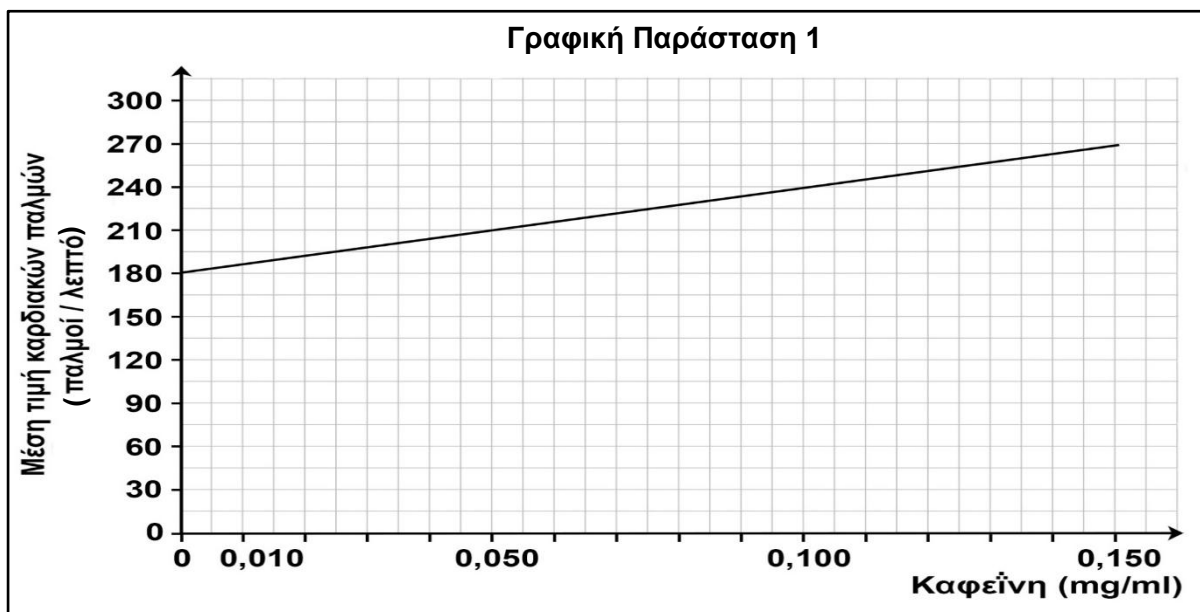
iii. 1. Να γράψετε τον τρόπο με τον οποίο ο οργανισμός αντιλαμβάνεται τη μείωση της αρτηριακής πίεσης στην περίπτωση της οξείας αιμορραγίας, ώστε να ενεργοποιηθεί ο μηχανισμός αρνητικής ανάδρασης του κυκλοφορικού συστήματος. (μονάδα 1)

Μέσω υποδοχέων / νευρικών κυττάρων / τασεοϋποδοχέων που βρίσκονται στα τοιχώματα των αρτηριών.

2. Να περιγράψετε τον τρόπο με τον οποίο η αλδοστερόνη συμβάλλει στην αποκατάσταση της αρτηριακής πίεσης, στην περίπτωση της οξείας αιμορραγίας. (μονάδες 1,5)

Η αλδοστερόνη αυξάνει την επαναρρόφηση νερού και αλάτων (ή ιόντων Na^+) από το πρόουρο στο αίμα, στο απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα (και στο αθροιστικό σωληνάριο) με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο όγκος του αίματος, άρα και η αρτηριακή πίεση.

(β) Μια ομάδα μαθητών/τριών διερεύνησε την επίδραση που έχει η μεταβολή της συγκέντρωσης της καφεΐνης στον καρδιακό ρυθμό του οργανισμού *Daphnia magna*. Για την πειραματική μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένα άτομο του οργανισμού *Daphnia magna*, στο οποίο μετρήθηκαν οι καρδιακοί παλμοί, αρχικά σε νερό λίμνης και στη συνέχεια σε νερό λίμνης με διαφορετικές συγκεντρώσεις καφεΐνης. Η διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις (3) φορές και ακολούθησε επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στη **Γραφική Παράσταση 1**.



i. Χρησιμοποιώντας τη **Γραφική Παράσταση 1**, να γράψετε τον αριθμό των καρδιακών παλμών ανά λεπτό που είχε ο οργανισμός *Daphnia magna* όταν τοποθετήθηκε στο διάλυμα ελέγχου (μάρτυρας). (μονάδα 1)

180 παλμοί/λεπτό.

ii. Οι μαθητές/τριες για να προσδιορίσουν την άγνωστη συγκέντρωση καφεΐνης σε ένα αναφυκτικό, τοποθέτησαν τον ίδιο οργανισμό *Daphnia magna* σε μια σταγόνα αναφυκτικού. Οι μαθητές/τριες μέτρησαν τον καρδιακό παλμό της *Daphnia magna* στο αναφυκτικό, επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία πέντε (5) φορές. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον **Πίνακα 3**.

Πίνακας 3					
Μέτρηση	1	2	3	4	5
Καρδιακοί παλμοί/λεπτό	238	90	244	242	236

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του **Πίνακα 3** και της **Γραφικής Παράστασης 1**, να γράψετε τη συγκέντρωση καφεΐνης του αναφυκτικού, παρουσιάζοντας τα βήματα που ακολουθήσατε. (μονάδες 3)

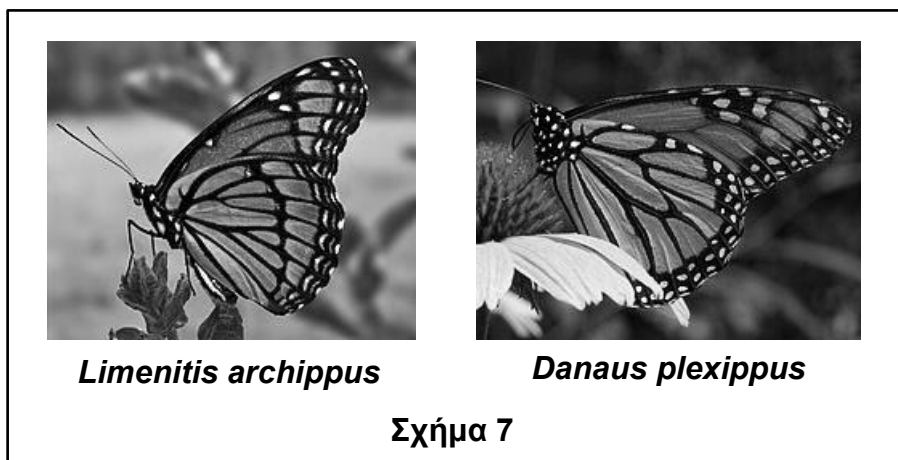
Βήμα 1ο: Από τις πέντε μετρήσεις του Πίνακα 3 αποκλείουμε τη Μέτρηση 2, αφού είναι σημαντικά διαφορετική (ή έχει σημαντική απόκλιση) από τις υπόλοιπες.

Βήμα 2ο: Βρίσκουμε τον μέσο όρο των τεσσάρων άλλων τιμών:
 $(238 + 244 + 242 + 236) \div 4 = 240$ παλμοί/λεπτό.

Βήμα 3ο: Χρησιμοποιώντας τη Γραφική Παράσταση 1, βρίσκουμε ότι η συγκέντρωση καφεΐνης, η οποία αντιστοιχεί στους 240 παλμούς/λεπτό, είναι 0,1 mg/ml.

Ερώτηση 8 (Μονάδες 10)

(α) Η πεταλούδα *Limenitis archippus* ζει σε διάφορες περιοχές της Αμερικής. Τα φτερά της παρουσιάζουν ποικιλομορφία ως προς το χρωματικό μοτίβο: στις βόρειες περιοχές της Αμερικής κυριαρχεί το καφέ-πορτοκαλί μοτίβο, ενώ στις νότιες περιοχές της Αμερικής κυριαρχεί κυρίως το μαύρο-κόκκινο μοτίβο. Στις νότιες περιοχές της Αμερικής, ζει ακόμη ένα είδος πεταλούδας, η *Danaus plexippus*, της οποίας τα φτερά παρουσιάζουν επίσης το μαύρο-κόκκινο χρωματικό μοτίβο. Η πεταλούδα *Danaus plexippus* είναι τοξική και έτσι τα πουλιά, τα οποία τρέφονται με πεταλούδες, αποφεύγουν να τη φάνε, με αποτέλεσμα να κυριαρχεί στις περιοχές αυτές. Το **Σχήμα 7** παρουσιάζει τα δύο είδη πεταλούδας, το είδος *Limenitis archippus* και το είδος *Danaus plexippus*.



i. Να γράψετε **δύο (2)** μηχανισμούς, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία γενετικής ποικιλομορφίας στους πληθυσμούς της *Limenitis archippus*. (μονάδες 2)

Δύο (2) από τα ακόλουθα:

- Τυχαιές μεταλλάξεις οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν εντελώς νέα αλληλόμορφα γονίδια σε έναν πληθυσμό
- Τυχαία ζευγαρώματα κατά την αμφιγονική/φυλετική αναπαραγωγή
- Τυχαία γονιμοποίηση κατά το τυχαίο ζευγάρωμα στην αμφιγονική αναπαραγωγή
- Τυχαία κατανομή των ομόλογων χρωματοσωμάτων κατά τη μετάφαση της 1^{ης} μειωτικής διαίρεσης κατά τη δημιουργία των γαμετών (από τους οποίους θα προέλθουν, με γονιμοποίηση, οι νέοι οργανισμοί)
- Τυχαίος ανασυνδυασμός των γονιδίων, λόγω ανταλλαγής τμημάτων μεταξύ των μη αδελφών χρωματίδων των ομόλογων χρωματοσωμάτων ή χiasματυπία/επιχiasμό, κατά την πρόφαση της 1^{ης} μειωτικής διαίρεσης κατά τη δημιουργία των γαμετών (από τους οποίους θα προέλθουν, με γονιμοποίηση, οι νέοι οργανισμοί)

ii. Να εξηγήσετε, με βάση τη θεωρία της φυσικής επιλογής, γιατί στις νότιες περιοχές της Αμερικής κυριαρχεί το μαύρο-κόκκινο μοτίβο στον πληθυσμό της πεταλούδας *Limenitis archippus*. (μονάδες 2,5)

Στον αρχικό πληθυσμό υπήρχε ποικιλομορφία στο χρωματικό μοτίβο μεταξύ των ατόμων του είδους *Limenitis archippus* (ή υπήρχαν άτομα με καφέ-πορτοκαλί μοτίβο και μαύρο-κόκκινο μοτίβο). Το χρωματικό μοτίβο είναι γενετικά κληρονομήσιμο. Τα άτομα που έφεραν το ευνοϊκό χαρακτηριστικό δηλ. το μαύρο-κόκκινο μοτίβο, ήταν καλύτερα προσαρμοσμένα στο δεδομένο περιβάλλον τους, αφού τα πουλιά απέφευγαν να τα φάνε, λόγω της ομοιότητας τους με τα τοξικά άτομα του είδους *Danaus plexippus*, με αποτέλεσμα να επιβιώνουν ευκολότερα και να αφήνουν περισσότερους απογόνους στους οποίους κληροδοτούσαν το ευνοϊκό για την επιβίωση γονίδιο/χαρακτηριστικό (ή το μαύρο-κόκκινο μοτίβο). (Με το πέρασμα του χρόνου αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης του μαύρο-κόκκινου μοτίβου έναντι του καφέ-πορτοκαλί μοτίβου.)

iii. Ακολουθεί η πιο κάτω δήλωση:

«Στις νότιες περιοχές της Αμερικής συνυπάρχουν πληθυσμοί των πεταλούδων *Limenitis archippus* και *Danaus plexippus* και μεταξύ τους υπάρχει γονιδιακή ροή.»

1. Να γράψετε τι είναι η γονιδιακή ροή. (μονάδα 1)

Γονιδιακή ροή είναι η διεργασία με την οποία μεταφέρονται αλληλόμορφα γονίδια από έναν πληθυσμό σε έναν άλλο πληθυσμό (ή είναι η εισαγωγή αλληλόμορφων γονιδίων σε έναν πληθυσμό ή η απομάκρυνση από αυτόν, λόγω μετακίνησης γόνιμων ατόμων ή των γαμετών τους).

2. Να αναφέρετε αν η πιο πάνω δήλωση είναι ορθή ή λανθασμένη. Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας. (μονάδες 1,5)

Η δήλωση είναι λανθασμένη, διότι οι πεταλούδες των δύο πληθυσμών ανήκουν σε διαφορετικά είδη, άρα δεν μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους (ούτε να παράγουν γόνιμους απογόνους), άρα δεν μπορούν να μεταφερθούν γονίδια από τον έναν πληθυσμό στον άλλο.

(β) Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει πέντε (5) συγγενικά είδη οργανισμών I μέχρι V, καθώς και την παρουσία (+) ή την απουσία (-) συγκεκριμένων κληρονομικών χαρακτηριστικών π, ρ, σ, χ και ψ, στα είδη αυτά. Τα χαρακτηριστικά π, ρ, σ, χ και ψ εμφανίστηκαν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους κατά την εξελικτική πορεία των οργανισμών και στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται σε τυχαία σειρά.

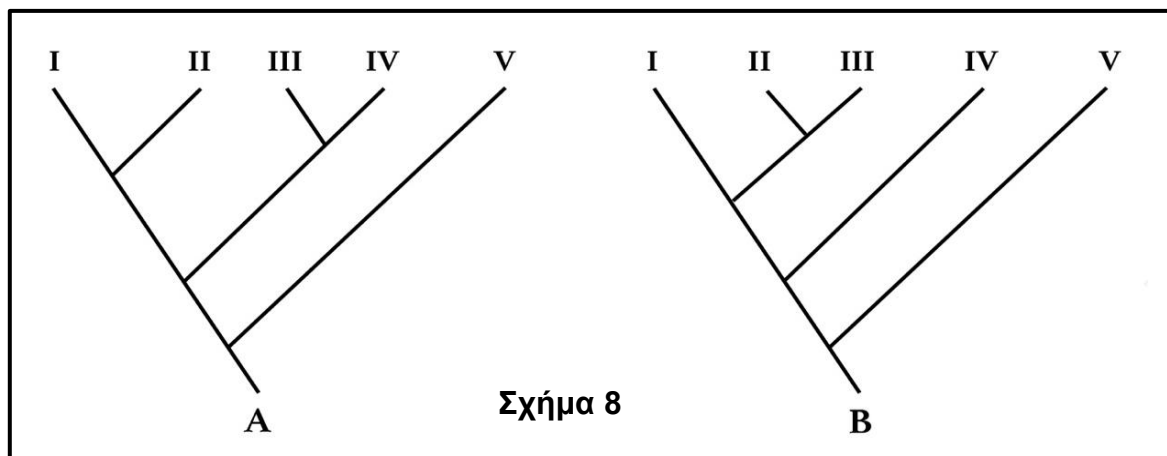
Σημείωση: Τα χαρακτηριστικά π, ρ, σ, χ και ψ δεν προέκυψαν από συγκλίνουσα εξέλιξη.

Πίνακας 4					
Χαρακτηριστικό	Είδος I	Είδος II	Είδος III	Είδος IV	Είδος V
π	+	+	+	+	-
ρ	-	-	-	-	+
σ	+	-	-	-	-
χ	+	+	-	-	-
ψ	+	+	+	+	+

i. Να αναφέρετε ποιο/ποια χαρακτηριστικό/ά από τα **π, ρ, σ, χ** και **ψ** του **Πίνακα 4** υπήρχε/υπήρχαν στον πιο πρόσφατο κοινό πρόγονο των ειδών **I, II, III** και **IV**.
(μονάδα 1)

Τα χαρακτηριστικά **π** και **ψ**.

ii. Το **Σχήμα 8** παρουσιάζει δύο (2) φυλογενετικά δέντρα, **A** και **B**. Να αναφέρετε ποιο φυλογενετικό δέντρο (**A** ή **B**) του **Σχήματος 8** αντιπροσωπεύει ορθά τις εξελικτικές σχέσεις των οργανισμών **I** μέχρι **V** του **Πίνακα 4**. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας, γράφοντας **ένα (1)** επιχείρημα.



(μονάδες 2)

Το φυλογενετικό δέντρο **A**.

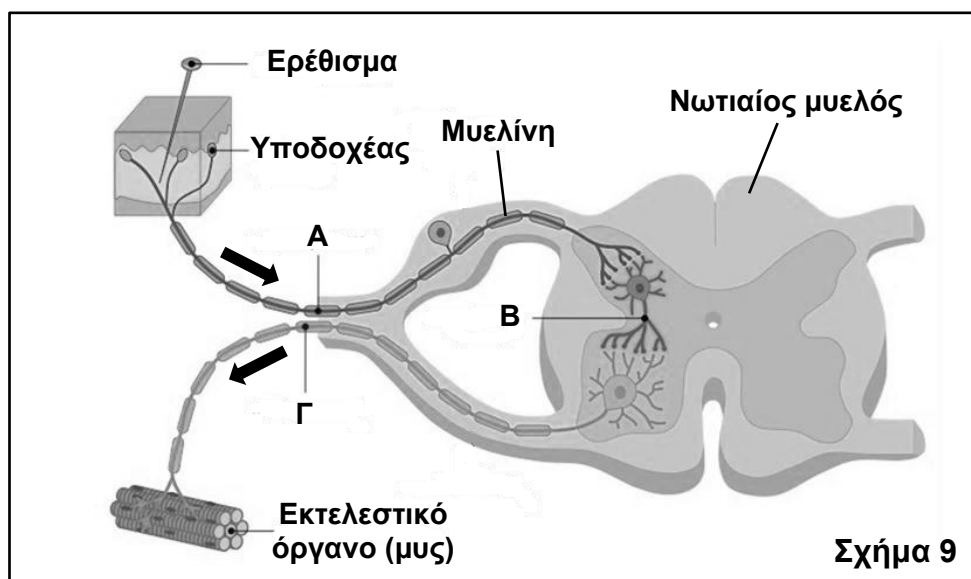
Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Οι πιο συγγενικοί οργανισμοί με βάση τον Πίνακα 4, είναι οι **III** και **IV**, άρα έχουν κοινό πρόγονο ο οποίος έζησε σχετικά πιο πρόσφατα από τους κοινούς πρόγονους των υπόλοιπων οργανισμών (ή διότι το μήκος των κλάδων τους από τον πιο πρόσφατο κοινό τους πρόγονο είναι μικρότερο σε σχέση με το μήκος των κλάδων των υπόλοιπων οργανισμών).

- Το χαρακτηριστικό χ εμφανίζεται μόνο στους οργανισμούς I και II, άρα οι δύο αυτοί οργανισμοί πρέπει να έχουν έναν τελευταίο κοινό πρόγονο μεταξύ τους, και όχι με άλλον οργανισμό.
- Στο φυλογενετικό δέντρο B ο τελευταίος κοινός πρόγονος των I και II είναι και τελευταίος κοινός πρόγονος του οργανισμού III, άρα έπρεπε και αυτός να φέρει το χαρακτηριστικό χ, γεγονός το οποίο δεν συμβαίνει.
- Στο φυλογενετικό δέντρο B οι οργανισμοί III και IV δεν έχουν τον πιο πρόσφατο κοινό πρόγονο σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους οργανισμούς, ενώ με βάση τον Πίνακα 4 είναι οι πιο συγγενικοί οργανισμοί.
- Στο φυλογενετικό δέντρο B οι οργανισμοί II και III έχουν τον πιο πρόσφατο κοινό πρόγονο σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους οργανισμούς, ενώ με βάση τον Πίνακα 4 οι οργανισμοί II και III δεν είναι οι πιο συγγενικοί οργανισμοί (ή οι πιο συγγενικοί οργανισμοί είναι οι III και IV).

Ερώτηση 9 (Μονάδες 10)

Το αντανακλαστικό είναι η στερεότυπη, αυτόματη απάντηση του νευρικού συστήματος μετά από την επίδραση ενός ερεθίσματος. Το **Σχήμα 9** παρουσιάζει την πορεία αγωγής της νευρικής ώσης σε ένα αντανακλαστικό τόξο.



(α) i. Να ονομάσετε τα είδη των νευρώνων **A**, **B** και **Γ** του αντανακλαστικού τόξου του **Σχήματος 9**. (μονάδες 1,5)

A: Αισθητικός νευρώνας
 B: Ενδιάμεσος νευρώνας
 Γ: Κινητικός νευρώνας

ii. Να αναφέρετε τον ρόλο του κάθε νευρώνα **A**, **B** και **Γ**, στο αντανακλαστικό τόξο του **Σχήματος 9**. (μονάδες 1,5)

Ο νευρώνας A μεταφέρει το μήνυμα (νευρική ώση) από τους υποδοχείς προς τον νωτιαίο μυελό (ΚΝΣ), ο ενδιάμεσος νευρώνας μεταφέρει το μήνυμα από τον αισθητικό νευρώνα στον κινητικό νευρώνα και ο κινητικός νευρώνας μεταφέρει το μήνυμα από τον νωτιαίο μυελό (ΚΝΣ) προς τα εκτελεστικά όργανα.

(β) Να εξηγήσετε πώς η μόνωση τμημάτων του νευράξονα από τη μυελίνη βοηθά τη νευρική ώση να «πηδά» από κενό σε κενό, αυξάνοντας την ταχύτητα αγωγής της νευρικής ώσης κατά μήκος του νευράξονα. (μονάδες 2)

Μόνο στα κενά μέρη του νευράξονα, τα οποία δεν καλύπτονται από μυελίνη, υπάρχουν διαμεμβρανικές πρωτεΐνες που επιτρέπουν την είσοδο και έξοδο ιόντων. Επίσης, μόνο στα σημεία αυτά το εξωκυττάριο υγρό βρίσκεται σε επαφή με τον νευράξονα και μόνο εκεί μπορεί να γίνει ανταλλαγή ιόντων μεταξύ του κυττάρου και του περιβάλλοντός του.

(γ) Να περιγράψετε πώς δημιουργείται η νευρική ώση στον υποδοχέα του **Σχήματος 9**, όταν αυτός δεχθεί ένα ερέθισμα. (μονάδες 2)

Το ερέθισμα αυξάνει τη διαπερατότητα της μεμβράνης του υποδοχέα στα ιόντα Na^+ (ή ανοίγουν ορισμένα κανάλια Na^+), με αποτέλεσμα να εισέρχονται ιόντα Na^+ στο κύτταρο και (αν η διάχυση ιόντων Na^+ είναι αρκετή) δημιουργείται κατώφλιο δυναμικό. Έτσι ανοίγουν περισσότερα κανάλια Na^+ με πύλες (ή προκαλείται ραγδαία διάχυση ιόντων Na^+) και το εσωτερικό του κυττάρου γίνεται θετικότερο (ή προκαλείται εκπόλωση) και δημιουργία νευρικής ώσης.

(δ) Οι επιστήμονες μελέτησαν την επίδραση μιας τοξίνης, της στρυχνίνης, στη μεταβίβαση της νευρικής ώσης στη νευρομυϊκή σύναψη του **Σχήματος 9**. Η στρυχνίνη συνδέεται στους υποδοχείς ενός ανασταλτικού νευροδιαβιβαστή X, ο οποίος δρα στη μετασυναπτική μεμβράνη της σύναψης μεταξύ των νευρώνων B και Γ. Ως αποτέλεσμα, απελευθερώνεται συνεχώς ακετυλοχολίνη από τον νευρώνα Γ.

i. Να εξηγήσετε την επίδραση που θα έχει η δράση της στρυχνίνης στη διέγερση και συστολή του μυός. (μονάδες 2)

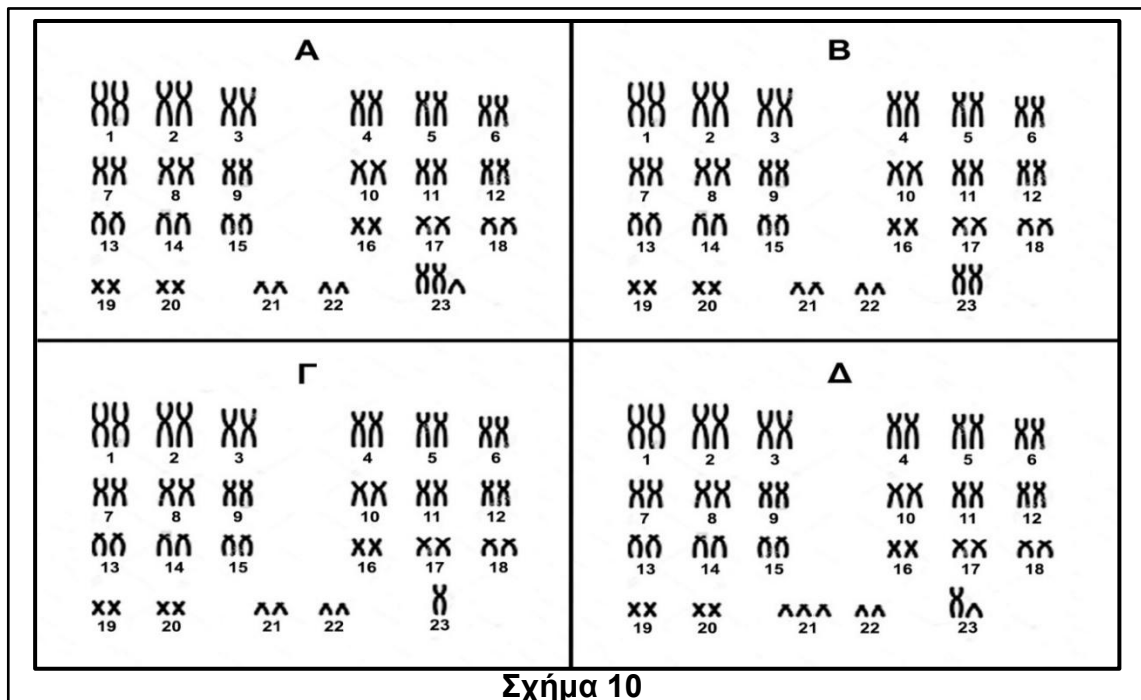
Η στρυχνίνη προκαλεί συνεχή έκκριση ακετυλοχολίνης στη νευρομυϊκή σύναψη, με αποτέλεσμα η ακετυλοχολίνη να συνδέεται με τους υποδοχείς της. Οι πύλες των καναλιών Na^+ στη μετασυναπτική μεμβράνη θα είναι ανοικτές και θα γίνεται συνεχής είσοδος Na^+ στο μετασυναπτικό/μυϊκό κύτταρο, με αποτέλεσμα η μετασυναπτική μεμβράνη να βρίσκεται σε εκπόλωση και ο μυς να είναι σε συνεχή διέγερση/συστολή.

ii. Ο ανασταλτικός νευροδιαβιβαστής X, συνδέεται σε υποδοχείς καναλιών Cl^- στη μετασυναπτική μεμβράνη της σύναψης μεταξύ των νευρώνων Β και Γ, προκαλώντας άνοιγμα των καναλιών Cl^- και είσοδο ιόντων Cl^- στο μετασυναπτικό κύτταρο. Να αναφέρετε τη μεταβολή η οποία θα συμβεί στο δυναμικό της μετασυναπτικής μεμβράνης μετά την είσοδο των ιόντων Cl^- . (μονάδα 1)

Ο ανασταλτικός νευροδιαβιβαστής διαφοροποιεί το δυναμικό της μεμβράνης σε ηλεκτροαρνητικότερο (ή προκαλείται υπερπόλωση).

Ερώτηση 10 (Μονάδες 10)

(α) Στο Σχήμα 10 απεικονίζονται οι καρυότυποι τεσσάρων (4) διαφορετικών ανθρώπων Α, Β, Γ και Δ. Τα τρία από τα τέσσερα άτομα του Σχήματος 10 παρουσιάζουν ανευπλοειδίες.



i. Να γράψετε ποιος/ποιοι από τους καρυότυπους Α μέχρι Δ προέρχεται / προέρχονται από άτομο το οποίο:

1. δεν παρουσιάζει ανευπλοειδία.
2. εμφανίζει μονοσωμία.
3. εμφανίζει τρισωμία.

(μονάδες 2)

1. Άτομο χωρίς ανευπλοειδία: καρυότυπος Β
2. Άτομο με μονοσωμία: καρυότυπος Γ
3. Άτομα με τρισωμία: καρυότυποι Α και Δ

ii. Να αναφέρετε **έναν (1)** μηχανισμό μέσω του οποίου μπορεί να προκύψουν ανευπλοειδίες στον άνθρωπο. (μονάδα 1)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Μη αποσύνδεση των ομόλογων χρωματοσωμάτων στην Ανάφαση I / στη Μείωση I
- Μη αποσύνδεση των αδελφών χρωματίδων στην Ανάφαση II / στη Μείωση II

iii. Ο κυαμισμός είναι μια πάθηση στην οποία εμφανίζεται σοβαρή αιμολυτική αναιμία, όταν το άτομο καταναλώσει φρέσκα ή ξερά κουκιά και οφείλεται σε υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο. Η μητέρα καθενός από τα άτομα **A** μέχρι **Δ** του **Σχήματος 10** είναι υγιής και ομόζυγη ως προς το φυσιολογικό γονίδιο του κυαμισμού, ενώ ο πατέρας καθενός από τα άτομα **A** μέχρι **Δ** πάσχει από κυαμισμό. Να γράψετε ποιο από τα τέσσερα άτομα **A**, **B**, **Γ** ή **Δ** έχει πιθανότητα να εκδηλώσει την πάθηση του κυαμισμού. Να εξηγήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2,5)

Το άτομο **Γ**, διότι η μητέρα είναι υγιής και ομόζυγη οπότε κληρονομεί σε όλα τα παιδιά της ένα φυσιολογικό επικρατές φυλοσύνδετο γονίδιο, ενώ ο πατέρας κληροδοτεί μόνο στις κόρες του το παθολογικό υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο. Το άτομο **Γ** λόγω της μονοσωμίας (ή διότι έχει ένα **X** φυλετικό χρωματόσωμα), μπορεί να εκφράσει στον φαινότυπο το παθολογικό γονίδιο του κυαμισμού, στην περίπτωση που το έχει κληρονομήσει από τον πατέρα του. Τα άτομα **A**, **B** και **Δ** έχουν κληρονομήσει από τη μητέρα τους το φυσιολογικό επικρατές φυλοσύνδετο γονίδιο, οπότε είναι υγιή.

(β) Στον **Πίνακα 5** παρουσιάζονται αλληλουχίες mRNA οι οποίες προέκυψαν από τη μεταγραφή του ίδιου τμήματος ενός γονιδίου **A** σε τέσσερα άτομα: στο ένα άτομο δεν εντοπίστηκε μετάλλαξη (**φυσιολογική αλληλουχία**), ενώ σε κάθε ένα από τα υπόλοιπα τρία άτομα (αλληλουχίες **1** μέχρι **3**) εντοπίστηκε μία (1) γονιδιακή μετάλλαξη.

Πίνακας 5	
	Αλληλουχία mRNA
Φυσιολογική Αλληλουχία	5' UUU UAU AAA CUA CGA GAU 3'
Αλληλουχία 1	5' UUU UAU AAA CUC AGA GAU 3'
Αλληλουχία 2	5' UUU UAU AAC CUA CGA GAU 3'
Αλληλουχία 3	5' UUU UAU AAC AUA CGA GAU 3'

i. Να ονομάσετε τον τύπο της γονιδιακής μετάλλαξης σε κάθε μία από τις αλληλουχίες **1** μέχρι **3** του **Πίνακα 5**. (μονάδες 1,5)

Μετάλλαξη 1 = Αντιστροφή

Μετάλλαξη 2 = Αντικατάσταση

Μετάλλαξη 3 = Αντιστροφή

ii. Με τη βοήθεια του Γενετικού κώδικα (**Πίνακας 6**), να αναφέρετε ποια από τις μεταλλάξεις στις αλληλουχίες **1** μέχρι **3** του **Πίνακα 5**:

1. δεν θα έχει οποιαδήποτε επίπτωση (αλλαγή) στην πρωτοταγή δομή της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Να εξηγήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 1,5)

Η μετάλλαξη 1.

Από τη συγκεκριμένη μετάλλαξη προκύπτουν συνώνυμα κωδικία (4^ο και 5^ο) / σιωπηλή μετάλλαξη με τα αντίστοιχα κωδικία της φυσιολογικής αλληλουχίας, οπότε δεν θα υπάρξει οποιαδήποτε αλλαγή στα αμινοξέα της πρωτοταγούς δομής.

2. θα έχει τη μεγαλύτερη επίπτωση (αλλαγή) στην πρωτοταγή δομή της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Να εξηγήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 1,5)

Η μετάλλαξη 3.

Από τη συγκεκριμένη μετάλλαξη αλλάζουν δύο κωδικία / ή δύο αμινοξέα (το 3^ο και 4^ο), ενώ στη μετάλλαξη 2 αλλάζει μόνο ένα αμινοξύ.

Πίνακας 6 (Γενετικός κώδικας)									
1 ^η Βάση	2 ^η Βάση								3 ^η Βάση
	U		C		A		G		
U	UUU	Φαινυλαλανίνη	UCU	Σερίνη	UAU	Τυροσίνη	UGU	Κυστεΐνη	U
	UUC	Φαινυλαλανίνη	UCC	Σερίνη	UAC	Τυροσίνη	UGC	Κυστεΐνη	C
	UUA	Λευκίνη	UCA	Σερίνη	UAA	STOP	UGA	STOP	A
	UUG	Λευκίνη	UCG	Σερίνη	UAG	STOP	UGG	Τρυπτοφάνη	G
C	CUU	Λευκίνη	CCU	Προλίνη	CAU	Ιστιδίνη	CGU	Αργινίνη	U
	CUC	Λευκίνη	CCC	Προλίνη	CAC	Ιστιδίνη	CGC	Αργινίνη	C
	CUA	Λευκίνη	CCA	Προλίνη	CAA	Γλουταμίνη	CGA	Αργινίνη	A
	CUG	Λευκίνη	CCG	Προλίνη	CAG	Γλουταμίνη	CGG	Αργινίνη	G
A	AUU	Ισολευκίνη	ACU	Θρεονίνη	AAU	Ασπαραγίνη	AGU	Σερίνη	U
	AUC	Ισολευκίνη	ACC	Θρεονίνη	AAC	Ασπαραγίνη	AGC	Σερίνη	C
	AUA	Ισολευκίνη	ACA	Θρεονίνη	AAA	Λυσίνη	AGA	Αργινίνη	A
	AUG	Μεθειονίνη- START	ACG	Θρεονίνη	AAG	Λυσίνη	AGG	Αργινίνη	G
G	GUU	Βαλίνη	GCU	Αλανίνη	GAU	Ασπαρτικό	GGU	Γλυκίνη	U
	GUC	Βαλίνη	GCC	Αλανίνη	GAC	Ασπαρτικό	GGC	Γλυκίνη	C
	GUA	Βαλίνη	GCA	Αλανίνη	GAA	Γλουταμινικό	GGA	Γλυκίνη	A
	GUG	Βαλίνη	GCG	Αλανίνη	GAG	Γλουταμινικό	GGG	Γλυκίνη	G

ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Β΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Γ΄

Μέρος Γ': Αποτελείται από δύο (2) ερωτήσεις.

Να απαντήσετε και στις δύο (2) ερωτήσεις.

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με δεκαπέντε (15) μονάδες.

Ερώτηση 11 (Μονάδες 15)

Ένας τουρίστας, ο οποίος ταξίδεψε στην Αφρική, μολύνθηκε ταυτόχρονα από δύο παθογόνους μικροοργανισμούς: το βακτήριο *Vibrio cholerae* και το πρωτόζωο *Trypanosoma brucei*. Το βακτήριο *Vibrio cholerae* μεταδίδεται μέσω της κατανάλωσης μολυσμένου νερού ή τροφής και προκαλεί την ασθένεια της χολέρας. Το πρωτόζωο *Trypanosoma brucei* μεταδίδεται από τσίμπημα μολυσμένης μύγας τσε-τσε και προκαλεί την ασθένεια του ύπνου. Δύο εβδομάδες πριν ταξιδέψει, ο τουρίστας εμβολιάστηκε εναντίον του βακτηρίου *Vibrio cholerae*, όχι όμως εναντίον του πρωτοζώου *Trypanosoma brucei* διότι δεν υπάρχει διαθέσιμο εμβόλιο. Ο τουρίστας δεν είχε νοσήσει στο παρελθόν με κάποιον από τους δύο μικροοργανισμούς.

(α) i. Να περιγράψετε **έναν (1)** εξωτερικό μηχανισμό άμυνας του ανθρώπινου οργανισμού, τον οποίο διαπέρασε το βακτήριο *Vibrio cholerae* για να εισέλθει στον οργανισμό του τουρίστα. (μονάδα 1)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Ο βλεννογόνος του στομάχου, ο οποίος εκκρίνει υδροχλωρικό οξύ με αντιμικροβιακή δράση
- Ο βλεννογόνος της στοματικής κοιλότητας, ο οποίος εκκρίνει τη λυσοζύμη στο σάλιο και έχει αντιβακτηριακή δράση

ii. Να αναφέρετε **έναν (1)** κανόνα υγιεινής τον οποίο θα έπρεπε να τηρήσει ο τουρίστας για να αποφύγει τη μόλυνση από το βακτήριο *Vibrio cholerae*. (μονάδα 1)

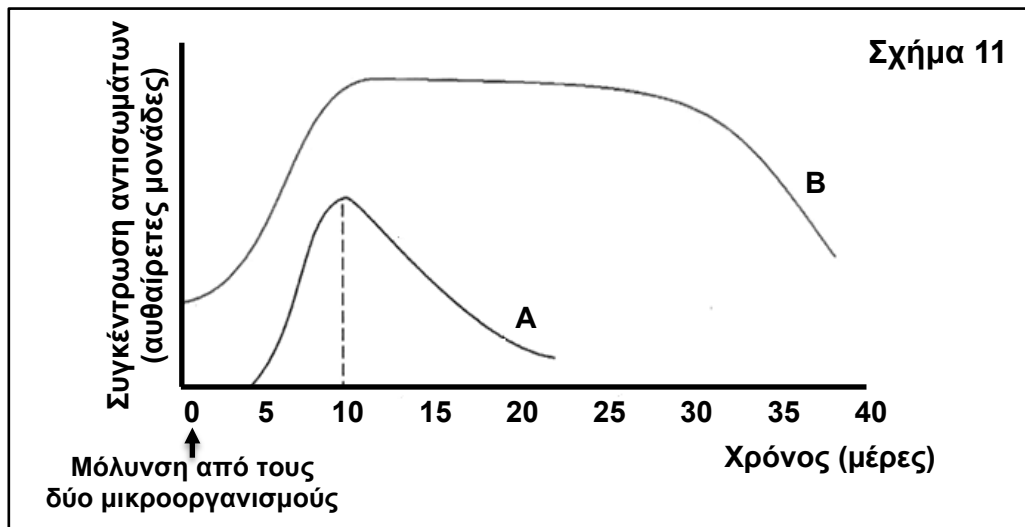
Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Τακτικό πλύσιμο των χεριών/μαλλιών/δέρματος
- Κατανάλωση καλά πλυμένων τροφίμων/λαχανικών/φρούτων
- Κατανάλωση παστεριωμένου γάλακτος (στους 62°C για μισή ώρα)
- Κατανάλωση χλωριωμένου / εμφιαλωμένου νερού

iii. Στο σημείο του σώματος στο οποίο η μολυσμένη μύγα τσε-τσε τσίμπησε τον τουρίστα, παρουσιάστηκε κοκκίνισμα, οίδημα και πόνος. Να εξηγήσετε πού οφείλεται το οίδημα και πώς αυτό βοηθά στην αντιμετώπιση του μικροοργανισμού ο οποίος εισήλθε στο εσωτερικό του οργανισμού. (μονάδες 2)

Λόγω της διαστολής των αγγείων το πλάσμα του αίματος διαχέεται στους γύρω ιστούς, προκαλώντας οίδημα. Το πλάσμα περιέχει αντιμικροβιακές ουσίες, οι οποίες καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς και ενεργοποιούν τη διαδικασία της φαγοκυττάρωσης.

iv. Το **Σχήμα 11** παρουσιάζει τη συγκέντρωση αντισωμάτων σε σχέση με τον χρόνο στο αίμα του τουρίστα σε δύο διαφορετικές ανοσοβιολογικές αποκρίσεις, **A** και **B**, οι οποίες ενεργοποιήθηκαν μετά από τη μόλυνση με τους δύο μικροοργανισμούς.



Να γράψετε ποια ανοσοβιολογική απόκριση (**A** ή **B**) του **Σχήματος 11**, αντιστοιχεί με την ανοσοβιολογική απόκριση η οποία ενεργοποιήθηκε στον οργανισμό του τουρίστα μετά από τη μόλυνση με:

1. το βακτήριο *Vibrio cholerae*.
2. το πρωτόζωο *Trypanosoma brucei*.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας για κάθε μικροοργανισμό ξεχωριστά, με βάση τα δεδομένα της άσκησης και το **Σχήμα 11**. (μονάδες 3)

1. Η ανοσοβιολογική απόκριση B, διότι τη στιγμή της μόλυνσης υπάρχουν αντισώματα στο αίμα του τουρίστα (ή η παραγωγή αντισωμάτων ξεκινά αμέσως μετά τη μόλυνση ή παράγει άμεσα μεγάλη ποσότητα αντισωμάτων ή παρουσιάζει δευτερογενή απόκριση), διότι είχε ήδη εμβολιαστεί εναντίον του βακτηρίου *Vibrio cholerae*.

2. Η ανοσοβιολογική απόκριση A, διότι η παραγωγή αντισωμάτων καθυστερεί να ξεκινήσει (ή παρουσιάζει πρωτογενή απόκριση), αφού ο τουρίστας δεν είχε εμβολιαστεί εναντίον του πρωτοζώου *Trypanosoma brucei* ούτε είχε νοσήσει στο παρελθόν.

(β) Το πρωτόζωο *Trypanosoma brucei* έχει στην επιφάνειά του μια γλυκοπρωτεΐνη, η οποία δρα ως αντιγόνο και προκαλεί ανοσοβιολογική απόκριση στον ξενιστή του. Τα αντισώματα τα οποία παράγονται από την απόκριση αυτή, καταστρέφουν ένα μεγάλο αριθμό πρωτοζώων. Ορισμένα όμως από τα πρωτόζωα, προλαβαίνουν να ενεργοποιήσουν ένα διαφορετικό γονίδιο που διαθέτουν, υπεύθυνο για την παραγωγή μιας τροποποιημένης γλυκοπρωτεΐνης, η οποία δεν αναγνωρίζεται από τα πρώτα αντισώματα που παρήχθησαν. Τα πρωτόζωα αυτά έχουν την ικανότητα να παράγουν συνεχώς διαφορετικές μορφές γλυκοπρωτεΐνης.

i. Να γράψετε τη διαφορά μεταξύ μόλυνσης και λοίμωξης. (μονάδα 1)

Μόλυνση είναι η είσοδος ενός παθογόνου μικροοργανισμού στον οργανισμό, ενώ λοίμωξη είναι η εγκατάσταση και ο πολλαπλασιασμός του.

ii. Να αναφέρετε το ευνοϊκό χαρακτηριστικό το οποίο έχει αναπτύξει το πρωτόζωο *Trypanosoma brucei* για να προσαρμοστεί καλύτερα στο σώμα του ξενιστή του. Να αναφέρετε τη σημασία της προσαρμογής αυτής για το πρωτόζωο. (μονάδες 2)

Το πρωτόζωο έχει την ικανότητα να παράγει τροποποιημένη / διαφορετική γλυκοπρωτεΐνη της επιφάνειάς του, η οποία αποκτά νέα μορφή. Αυτό βοηθά το πρωτόζωο να επιβιώνει καλύτερα (ή να διαφεύγει της ανοσοβιολογικής απόκρισης του ξενιστή του ή να αναπαράγεται περισσότερο).

iii. Να εξηγήσετε, κάνοντας αναφορά στη δομή του αντισώματος, γιατί τα πρώτα αντισώματα τα οποία παράγονται εναντίον της γλυκοπρωτεΐνης του πρωτοζώου, δεν αναγνωρίζουν την τροποποιημένη γλυκοπρωτεΐνη ώστε να την αδρανοποιήσουν. (μονάδες 2)

Η μεταβλητή περιοχή του αντισώματος έχει σχήμα συμπληρωματικό με το αντιγόνο. Στην περίπτωση της τροποποιημένης γλυκοπρωτεΐνης, το αντιγόνο είναι διαφορετικό, άρα δεν μπορεί να συνδεθεί με τη μεταβλητή περιοχή των πρώτων αντισωμάτων.

iv. Να αναφέρετε, με βάση τα δεδομένα της άσκησης, γιατί είναι δύσκολο να παραχθεί εμβόλιο εναντίον του τρυπανοσώματος. (μονάδα 1)

Διότι το πρωτόζωο παρουσιάζει πολυμορφικότητα (ή λόγω της ικανότητας του πρωτοζώου να μεταλλάσσεται / να αλλάζει μορφή / να παράγει παραλλαγή της επιφανειακής του γλυκοπρωτεΐνης η οποία αναγνωρίζεται ως αντιγόνο).

v. Σε προχωρημένο στάδιο της ασθένειας του ύπνου, το πρωτόζωο *Trypanosoma brucei* εξαντλεί την άμυνα του ξενιστή του, εμποδίζοντας την ωρίμανση των Β-λεμφοκυττάρων και τη διαδικασία της αντιγονοπαρουσίασης από τα μακροφάγα. Ένα άτομο Α, το οποίο βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο της ασθένειας του ύπνου, μολύνεται από έναν ιό. Αφού μεταφέρετε τον **Πίνακα 7** στο τετράδιο απαντήσεών σας, να σημειώσετε ποιες από τις διαδικασίες **1** μέχρι **4** θα συμβούν (✓) ή δεν θα συμβούν (X) στον οργανισμό του ατόμου Α, μετά τη μόλυνσή του από τον ιό.

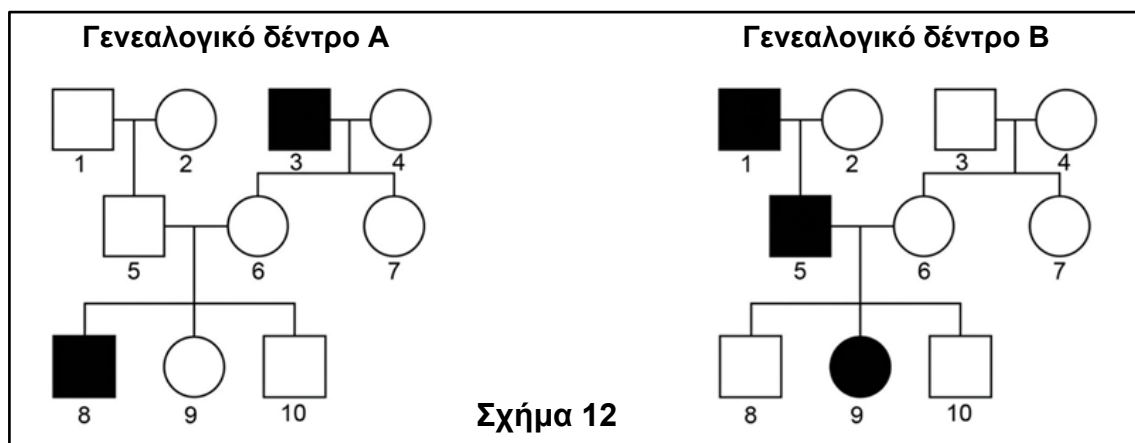
Πίνακας 7	
Περιγραφή διαδικασίας	✓ ή X
1. Παραγωγή αντισωμάτων	
2. Φλεγμονή	
3. Παραγωγή ιντερφερονών	
4. Κυτταρική ανοσία	

(μονάδες 2)

Πίνακας 7	
Περιγραφή διαδικασίας	✓ ή X
1. Παραγωγή αντισωμάτων	X
2. Φλεγμονή	✓
3. Παραγωγή ιντερφερονών	✓
4. Κυτταρική ανοσία	X

Ερώτηση 12 (Μονάδες 15)

(α) Το Σχήμα 12 παρουσιάζει δύο γενεαλογικά δέντρα, **A** και **B**. Το γενεαλογικό δέντρο **A** απεικονίζει την κληρονόμηση του δαλτωνισμού σε μια συγκεκριμένη οικογένεια. Το γενεαλογικό δέντρο **B** απεικονίζει την κληρονόμηση της πολυκυστικής νόσου των νεφρών στα ίδια άτομα της ίδιας οικογένειας. Ο δαλτωνισμός οφείλεται σε φυλοσύνδετο υπολειπόμενο γονίδιο, ενώ η πολυκυστική νόσος οφείλεται σε αυτοσωματικό επικρατές γονίδιο.



ι. Να εξηγήσετε γιατί το γενεαλογικό δέντρο **A** δεν μπορεί να αφορά στην κληρονόμηση της πολυκυστικής νόσου των νεφρών. (μονάδα 1)

ι. Η πολυκυστική νόσος των νεφρών οφείλεται σε αυτοσωματικό επικρατές γονίδιο, άρα οι γονείς 5 και 6 οι οποίοι είναι υγιείς, δεν μπορούν να αποκτήσουν παιδί (άτομο 8), το οποίο να εμφανίζει τη νόσο.

ή

Από τους γονείς 5 και 6 οι οποίοι είναι υγιείς, προκύπτει παιδί το οποίο πάσχει (άτομο 8), άρα η πάθηση δεν μπορεί να οφείλεται σε επικρατές γονίδιο αλλά σε υπολειπόμενο.

ή

Ο ένας ή και οι δύο γονείς από τους 5 και 6 θα έπρεπε να πάσχει/πάσχουν, αφού προκύπτει παιδί με την πάθηση (άτομο 8), ενώ δεν συμβαίνει.

ii. Να εξηγήσετε γιατί στις τρεις διασταυρώσεις του γενεαλογικού δέντρου **B** του **Σχήματος 12**, οι οποίες αφορούν στην κληρονομηση της πολυκυστικής νόσου των νεφρών, δεν ισχύει ο δεύτερος Νόμος του Μέντελ. (μονάδες 2)

Για να ισχύσει ο 2^{ος} νόμος του Μέντελ πρέπει και οι δύο γονείς να είναι ετερόζυγοι ως προς το γονίδιο της πολυκυστικής νόσου. Στο γενεαλογικό δέντρο B, σε κάθε μία από τις διασταυρώσεις, ο ένας τουλάχιστον από τους δύο γονείς είναι ομόζυγος (ή οι γονείς 2, 3 ή 4 και 6 είναι ομόζυγοι), αφού δεν παρουσιάζει την ασθένεια.

iii. Να κάνετε τη διασταύρωση διϋβριδισμού μεταξύ του ζευγαριού 5 και 6 του **Σχήματος 12** για τον δαλτωνισμό και την πολυκυστική νόσο, χρησιμοποιώντας το ορθογώνιο του Punnett. Στην απάντησή σας να φαίνονται τα πιο κάτω:

- οι γονότυποι των ατόμων 5 και 6
- οι γαμέτες των ατόμων 5 και 6
- όλοι οι πιθανοί γονότυποι των απογόνων τους
- η φαινοτυπική αναλογία των απογόνων τους.

Σημείωση: Για την επίλυση της άσκησης να χρησιμοποιήσετε τους ακόλουθους συμβολισμούς γονιδίων:

N: παθολογικό γονίδιο για τη μη φυσιολογική λειτουργία των νεφρών (πολυκυστική νόσος)

n: φυσιολογικό γονίδιο για τη λειτουργία των νεφρών

X^Δ: φυσιολογικό γονίδιο για τη διάκριση χρωμάτων

X^δ: παθολογικό γονίδιο για τη μη διάκριση χρωμάτων (δαλτωνισμός)

(μονάδες 7)

Γονότυπος ατόμου 5/πατέρα: NnX^ΔY

Γονότυπος ατόμου 6/μητέρας: nnX^ΔX^δ

Γαμέτες ατόμου 5/πατέρα: (NX^Δ), (nX^Δ), (NY), (nY)

Γαμέτες ατόμου 6/μητέρας: (nX^Δ), (nX^δ)

♂ \ ♀	(NX ^Δ)	(nX ^Δ)	(NY)	(nY)
(nX ^Δ)	NnX ^Δ X ^Δ	nnX ^Δ X ^Δ	NnX ^Δ Y	nnX ^Δ Y
(nX ^δ)	NnX ^Δ X ^δ	nnX ^Δ X ^δ	NnX ^δ Y	nnX ^δ Y

Φαινοτυπική αναλογία:

1/8 αγόρι με πολυκυστική νόσο και φυσιολογική όραση

1/8 αγόρι με φυσιολογική λειτουργία νεφρών και φυσιολογική όραση

1/8 αγόρι με πολυκυστική νόσο και δαλτωνισμό

1/8 αγόρι με φυσιολογική λειτουργία νεφρών και δαλτωνισμό

2/8 κορίτσια με πολυκυστική νόσο και φυσιολογική όραση

2/8 κορίτσια με φυσιολογική λειτουργία νεφρών και φυσιολογική όραση

iv. Η γυναίκα 9 του **Σχήματος 12** παντρεύεται άντρα, ο οποίος δεν πάσχει από την πολυκυστική νόσο των νεφρών. Να γράψετε την πιθανότητα το ζευγάρι να αποκτήσει αγόρι με πολυκυστική νόσο. (μονάδα 1)

Πιθανότητα $\frac{1}{4}$ (ή 25%).

(β) Από τη διασταύρωση μιας αρσενικής και μιας θηλυκής μύγας δροσόφιλας προέκυψαν οι πιο κάτω απόγονοι:

62 αρσενικά με κίτρινο σώμα και κανονικά φτερά

63 αρσενικά με κίτρινο σώμα και ζαρωμένα φτερά

61 αρσενικά με γκρίζο σώμα και κανονικά φτερά

60 αρσενικά με γκρίζο σώμα και ζαρωμένα φτερά

122 θηλυκά με γκρίζο σώμα και κανονικά φτερά

126 θηλυκά με γκρίζο σώμα και ζαρωμένα φτερά

Το γονίδιο για τα κανονικά φτερά είναι επικρατές έναντι του αλληλόμορφου γονιδίου για τα ζαρωμένα φτερά. Να θεωρήσετε ότι το φύλο στη δροσόφιλα καθορίζεται όπως στον άνθρωπο.

i. Με βάση τα δεδομένα της άσκησης, να γράψετε για κάθε ένα από τα δύο χαρακτηριστικά (σχήμα φτερών και χρώμα σώματος), αν κληρονομείται με αυτοσωματικό ή με φυλοσύνδετο τρόπο κληρονομικότητας. (μονάδα 1)

Σχήμα φτερών: αυτοσωματικός τρόπος κληρονομικότητας

Χρώμα σώματος: φυλοσύνδετος τρόπος κληρονομικότητας

ii. Να συμβολίσετε τα αλληλόμορφα γονίδια για τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Σχήμα φτερών (κανονικά ή ζαρωμένα), με τα γράμματα Σ ή σ.

2. Χρώμα σώματος (κίτρινο ή γκρίζο), με τα γράμματα Γ ή γ.

(μονάδες 2)

1. Κανονικά φτερά: Σ, Ζαρωμένα φτερά: σ

2. Γκρίζο σώμα: X^G , Κίτρινο σώμα: X^g

iii. Με βάση τα δεδομένα της άσκησης, να γράψετε **ένα (1)** πιθανό ζευγάρι γονοτύπων των γονέων της πιο πάνω διασταύρωσης. (μονάδα 1)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Γονότυποι γονέων: $\Sigma X^G Y$ X $\sigma \Sigma X^G X^g$
- Γονοτύποι γονέων: $\sigma \Sigma X^G Y$ X $\Sigma \Sigma X^G X^g$

ΤΕΛΟΣ ΛΥΣΕΩΝ