

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΕΝΙΑΙΕΣ ΤΕΛΙΚΕΣ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΠΤΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025 - 2026

Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΣΕΚ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 22 Μαΐου 2026

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Α΄ ΣΕΙΡΑ

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: Γ021

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΓΡΑΠΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 90 λεπτά

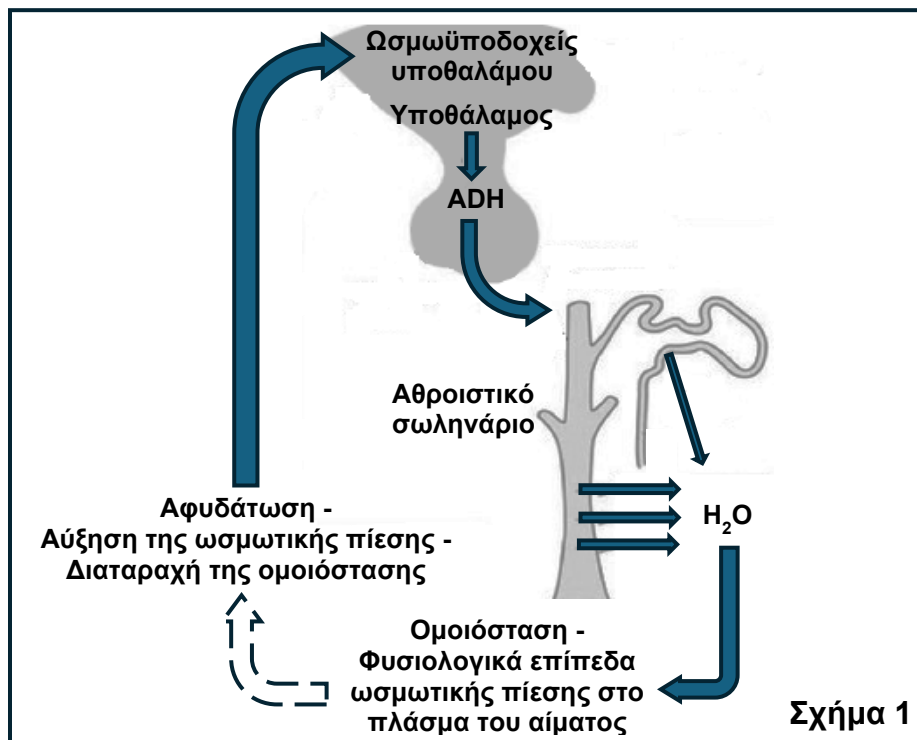
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΟΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΕΚΑΟΚΤΩ (18) ΣΕΛΙΔΕΣ

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από τρεις (3) ερωτήσεις.
Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες.

Ερώτηση 1 (μονάδες 10)

(α) Το **Σχήμα 1** παρουσιάζει τον ομοιοστατικό μηχανισμό ρύθμισης της ωσμωτικής πίεσης μέσω της αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH).



i. Να γράψετε αν ο ομοιοστατικός μηχανισμός ο οποίος παρουσιάζεται στο **Σχήμα 1** είναι μηχανισμός θετικής ή αρνητικής ανάδρασης. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας με βάση τα δεδομένα του **Σχήματος 1**. (μονάδες 2)

Ο ομοιοστατικός μηχανισμός είναι μηχανισμός αρνητικής ανάδρασης, διότι η απάντηση που δίνεται από τα εκτελεστικά όργανα (μείωση της ωσμωτικής πίεσης) είναι αντίστροφη του αρχικού ερεθίσματος (αύξηση της ωσμωτικής πίεσης).

ii. 1. Να ονομάσετε το κέντρο ελέγχου του ομοιοστατικού μηχανισμού του **Σχήματος 1**.
2. Να εξηγήσετε τον ρόλο των ωσμωϋποδοχέων στον ομοιοστατικό μηχανισμό του **Σχήματος 1**.

(μονάδες 3)

1. Ο υποθάλαμος.

2. Οι ωσμωϋποδοχείς του υποθαλάμου αντιλαμβάνονται την αύξηση της ωσμωτικής πίεσης (ή την αλλαγή στην ωσμωτική πίεση) και στέλνουν την ανάλογη πληροφορία στο κέντρο ελέγχου του εγκεφάλου (ή στον υποθάλαμο).

iii. Κατά μήκος του ουροφόρου σωληναρίου καθώς και στο αθροιστικό σωληνάριο επιτελείται η λειτουργία της εκλεκτικής επαναρρόφησης. Να γράψετε:

1. **μία (1)** ουσία, εκτός από το νερό, η οποία δεν επαναρροφάται (ή δεν επαναρροφάται πλήρως) και ανιχνεύεται στο υγρό του αθροιστικού σωληναρίου σε ένα υγιές άτομο. **(μονάδα 1)**

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Ουρία
- Ουρικό οξύ
- Κρεατινίνη
- Γαλακτικό οξύ
- Άλατα

2. **μία (1)** ουσία, η οποία επαναρροφάται πλήρως και δεν ανιχνεύεται στο υγρό του αθροιστικού σωληναρίου σε ένα υγιές άτομο. **(μονάδα 1)**

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Γλυκόζη
- Αμινοξέα

(β) Σημαντικό ρόλο στην ωσμωρύθμιση διαδραματίζει, εκτός από την αντιδιουρητική ορμόνη, και μία άλλη ορμόνη, η αλδοστερόνη. Οι δύο ορμόνες έχουν κοινό στόχο τον έλεγχο της συγκέντρωσης των συστατικών του αίματος καθώς και το ισοζύγιο ανάμεσα στο εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο υγρό, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζουν και διαφορές ως προς το/τα μέρος/η στο/στα οποίο/α δρουν, στον τρόπο δράσης τους καθώς και στο αποτέλεσμα της δράσης τους.

Αφού μεταφέρετε τον **Πίνακα 1** στο τετράδιο απαντήσεών σας, να τον συμπληρώσετε κατάλληλα, ώστε να φαίνονται οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ των δύο ορμονών.

[Κάθε ορθά συμπληρωμένη σειρά του **Πίνακα 1** βαθμολογείται με μία (1) μονάδα.]

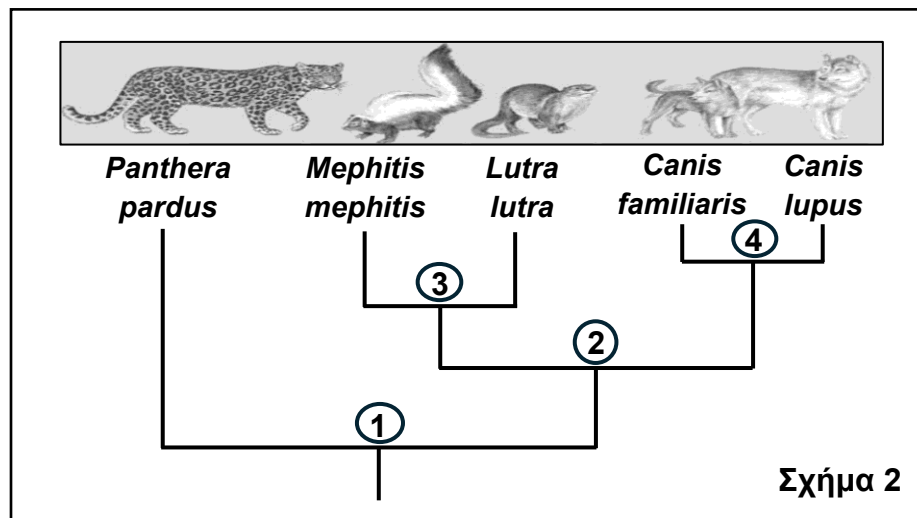
Πίνακας 1		
	Αντιδιουρητική ορμόνη	Αλδοστερόνη
A. Μέρος/η (σωληνάριο ή τμήμα σωληναρίου) στο/στα οποίο/α δρα η ορμόνη		
B. Ουσία/ες η/οι οποία/ες επαναρροφάται/ούνται λόγω της δράσης της ορμόνης		
Γ. Αποτέλεσμα δράσης της ορμόνης στη ρύθμιση της ωσμωτικής <u>και</u> της αρτηριακής πίεσης		

(μονάδες 3)

Πίνακας 1		
	Αντιδιουρητική ορμόνη	Αλδοστερόνη
A. Μέρος/η (σωληνάριο ή τμήμα σωληναρίου) στο/στα οποίο/α δρα η ορμόνη	Απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα και αθροιστικό σωληνάριο	Απομακρυσμένο σπειροειδές τμήμα
B. Ουσία/ες η/οι οποία/ες επαναρροφάται/ούνται λόγω της δράσης της ορμόνης	Νερό	Νερό και άλατα (Na ⁺ / Cl ⁻)
Γ. Αποτέλεσμα δράσης της ορμόνης στη ρύθμιση της ωσμωτικής <u>και</u> της αρτηριακής πίεσης	Μείωση της ωσμωτικής πίεσης Αύξηση της αρτηριακής πίεσης	Δεν διαφοροποιείται η ωσμωτική πίεση Αύξηση της αρτηριακής πίεσης

Ερώτηση 2 (μονάδες 10)

(α) Το φυλογενετικό δέντρο του Σχήματος 2 παρουσιάζει τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ πέντε (5) διαφορετικών ειδών οργανισμών.



i. Να γράψετε ποιοι από τους πέντε (5) οργανισμούς του φυλογενετικού δέντρου του Σχήματος 2 ανήκουν στο ίδιο Γένος. (μονάδα 1)

Canis familiaris και *Canis lupus*.

ii. Να αναφέρετε ποιος από τους κόμβους 1 μέχρι 4 του φυλογενετικού δέντρου του Σχήματος 2 αντιστοιχεί στον πιο πρόσφατο κοινό πρόγονο του *Panthera pardus* και του *Lutra lutra*. (μονάδα 1)

Ο κόμβος 1.

iii. 1. Για τη μελέτη των πιθανών εξελικτικών σχέσεων ανάμεσα στα διάφορα είδη οργανισμών, χρησιμοποιούνται συνήθως δεδομένα τα οποία προκύπτουν από τη σύγκριση αλληλουχιών νουκλεοτιδίων ή πρωτεϊνών. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει αλληλουχία νουκλεοτιδίων από το ίδιο τμήμα ενός γονιδίου για κάθε ένα από τα πέντε είδη οργανισμών του Σχήματος 2.

Αφού μελετήσετε τα δεδομένα του Πίνακα 2 και του Σχήματος 2, να αντιστοιχίσετε τα γράμματα Χ, Ψ και Ζ με τους οργανισμούς *Panthera pardus*, *Mephitis mephitis* και *Canis familiaris*.

(μονάδες 3)

Πίνακας 2	
Είδος οργανισμού	Αλληλουχία Νουκλεοτιδίων (DNA)
<i>Canis lupus</i>	TACTACCGCCAT
<i>Lutra lutra</i>	TACAAGCGCAAT
Χ	TATTTCTGGCGAA
Ψ	TACTAGCGCCAT
Ζ	TACAACGGCAAT

Χ: *Panthera pardus*.

Ψ: *Canis familiaris*

Ζ: *Mephitis mephitis*

2. Να αναφέρετε **μία (1)** πηγή, εκτός από τη γενετική, βιοχημική και μοριακή ανάλυση, από την οποία αντλούμε πληροφορίες για τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των διαφόρων ειδών οργανισμών.

(μονάδα 1)

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Απολιθώματα/Παλαιοντολογία
- Βιογεωγραφία
- Συγκριτική ανατομία
- Εμβρυολογία
- Μορφολογικά χαρακτηριστικά

(β) Το είδος *Lutra lutra*, γνωστό ως ευρασιατική βίδα, είναι ένα ημιυδρόβιο σαρκοβόρο θηλαστικό το οποίο ζει στις όχθες ποταμών, λιμνών και παράκτιων περιοχών. Κατά τον 20^ο αιώνα ο πληθυσμός της βίδρας υπέστη δραματική μείωση, ιδιαίτερα στην περιοχή του Ισραήλ. Μελέτες που έγιναν για να προσδιοριστεί η γενετική ποικιλομορφία και η γεωγραφική κατανομή του πληθυσμού της βίδρας του Ισραήλ, έδειξαν ότι στην περιοχή του Ισραήλ ο πληθυσμός της βίδρας αποτελείται από τρεις υποπληθυσμούς οι οποίοι συναντούνται σε τρεις γεωγραφικές περιοχές κατά μήκος της κοιλάδας του ποταμού Ιορδάνη: την Κοιλάδα Χουλά, τη Θάλασσα της Γαλιλαίας

και την Κοιλάδα Χάροντ. Επίσης, οι μελέτες έδειξαν ότι μεταξύ των υποπληθυσμών αυτών δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη γενετική ποικιλομορφία, υποδεικνύοντας ότι υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων των τριών υποπληθυσμών.

Μετά από σύγκριση που έγινε μεταξύ του πληθυσμού της βίδρας του Ισραήλ και των ευρωπαϊκών πληθυσμών, βρέθηκε ότι ο πληθυσμός της βίδρας στο Ισραήλ είναι μικρότερος, γεωγραφικά απομονωμένος και γενετικά διαφοροποιημένος, φέροντας μοναδικά αλληλόμορφα γονίδια τα οποία απουσιάζουν από τους ευρωπαϊκούς πληθυσμούς.

i. Να γράψετε ποιος είναι ο κύριος μηχανισμός δημιουργίας των νέων αλληλόμορφων γονιδίων στα άτομα του πληθυσμού της βίδρας του Ισραήλ. **(μονάδα 1)**

Οι τυχαίες μεταλλάξεις (ή γονιδιακές μεταλλάξεις ή χρωματοσωματικές μεταλλάξεις).

ii. Με βάση τα δεδομένα που σας δίνονται στο πιο πάνω κείμενο:

1. Να αναφέρετε σε ποια από τις πιο κάτω περιπτώσεις, Α ή Β, υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να προκύψει αλλοπάτρια ειδογένεση:

Περίπτωση Α: μεταξύ των τριών υποπληθυσμών βίδρας της κοιλάδας του ποταμού Ιορδάνη.

Περίπτωση Β: μεταξύ του πληθυσμού της βίδρας του Ισραήλ και των ευρωπαϊκών πληθυσμών.

2. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας στο πιο πάνω ερώτημα (ii.1), γράφοντας **ένα (1)** επιχειρήμα για την κάθε περίπτωση (Α και Β) ξεχωριστά.

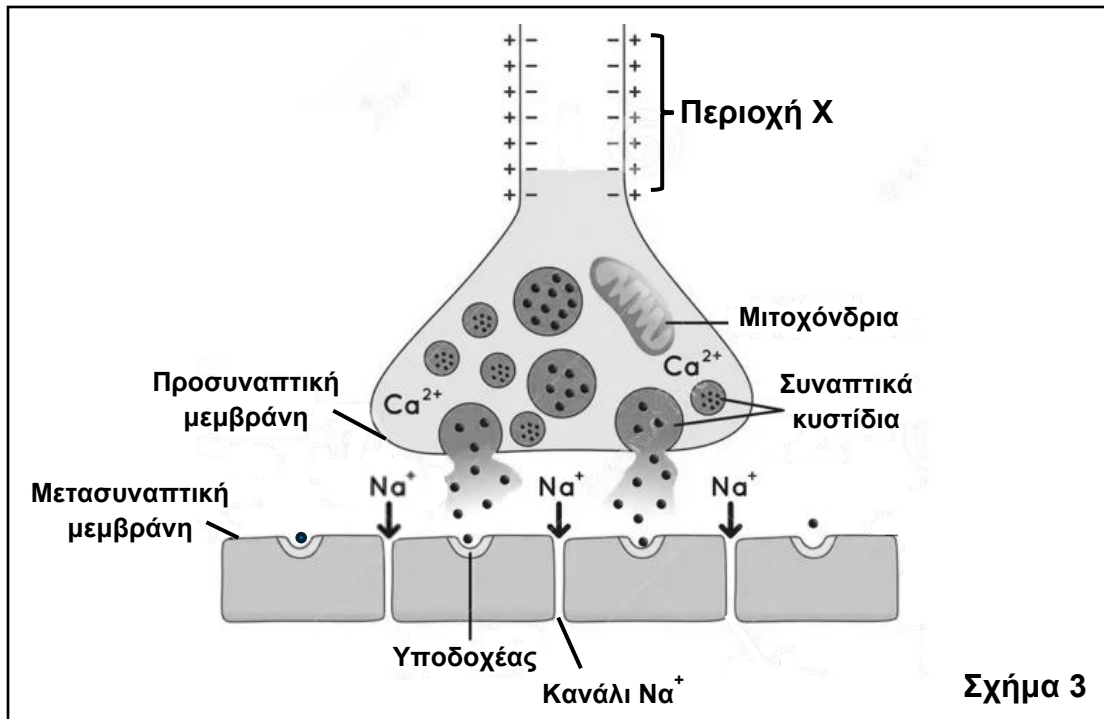
(μονάδες 3)

1. Υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να προκύψει αλλοπάτρια ειδογένεση στην περίπτωση Β (ή μεταξύ του πληθυσμού της βίδρας του Ισραήλ και των ευρωπαϊκών πληθυσμών).

2. Μεταξύ του πληθυσμού της βίδρας του Ισραήλ και των ευρωπαϊκών πληθυσμών υπάρχει γεωγραφική απομόνωση (ή γονοτυπική διαφοροποίηση ή αναπαραγωγική απομόνωση ή οι πληθυσμοί είναι γενετικά διαφοροποιημένοι ή δεν υπάρχει γονιδιακή ροή), ενώ μεταξύ των τριών υποπληθυσμών της βίδρας του Ισραήλ υπάρχει ανταλλαγή ατόμων (ή γονιδιακή ροή ή αλληλεπίδραση μεταξύ ατόμων ή δεν υπάρχει μεταξύ τους γεωγραφική απομόνωση / φυσικό εμπόδιο ή δεν έχουν σημαντικές διαφορές στη γενετική ποικιλομορφία).

Ερώτηση 3 (μονάδες 10)

Η μαύρη χήρα είναι μία από τις πολλές αράχνες που ανήκουν στο Γένος *Latrodectus*. Το δηλητήριό της αποτελείται από νευροτοξίνες, οι οποίες προσδένονται στην προσυναπτική μεμβράνη και δημιουργούν πόρους μέσα από τους οποίους γίνεται ανεξέλεγκτη και συνεχής είσοδος Ca^{+2} στο προσυναπτικό άκρο. Το γεγονός αυτό προκαλεί ισχυρούς μυϊκούς σπασμούς, παράλυση ή ακόμη και θάνατο σε εξασθενημένους οργανισμούς. Το **Σχήμα 3** παρουσιάζει την επίδραση της νευροτοξίνης σε μία νευρομυϊκή σύναψη, η οποία δεν έχει δεχθεί κάποιο ερέθισμα.



Σχήμα 3

(α) Να ονομάσετε το είδος του προσυναπτικού νευρώνα του Σχήματος 3. (μονάδα 1)

Κινητικός νευρώνας.

(β) Να ονομάσετε το δυναμικό της μεμβράνης στην περιοχή X του προσυναπτικού άκρου του Σχήματος 3 και να αναφέρετε έναν (1) παράγοντα ο οποίος διαμορφώνει το δυναμικό αυτό. (μονάδες 2)

Δυναμικό ηρεμίας.

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Η δράση της αντλίας ιόντων νατρίου και καλίου
- Η διαφορά στη διαπερατότητα της μεμβράνης στα διάφορα ιόντα
- Η παρουσία αρνητικά φορτισμένων ιόντων στο εσωτερικό των κυττάρων τα οποία λόγω μεγέθους δεν μπορούν να εξέλθουν του κυττάρου

(γ) Να περιγράψετε τη διαδικασία με την οποία γίνεται φυσιολογικά η είσοδος ιόντων ασβεστίου (Ca^{2+}) στο προσυναπτικό άκρο, αφού ο νευρώνας δεχθεί κάποιο ερέθισμα. (μονάδες 2)

Όταν φτάσει η νευρική ώση στο προσυναπτικό άκρο, η προσυναπτική μεμβράνη εκπολώνεται, ανοίγουν τα διαμεμβρανικά κανάλια ασβεστίου τα οποία διαθέτουν πύλες με αποτέλεσμα να εισέλθουν στο κύτταρο ιόντα ασβεστίου.

(δ) Να εξηγήσετε, με βάση τα δεδομένα της άσκησης και το **Σχήμα 3**, τον τρόπο με τον οποίο η δράση της νευροτοξίνης της μαύρης χήρας θα επηρεάσει το δυναμικό της μετασυναπτικής μεμβράνης. **(μονάδες 5)**

Λόγω της δράσης της νευροτοξίνης, γίνεται συνεχώς είσοδος ιόντων ασβεστίου στο προσυναπτικό άκρο.

Τα ιόντα ασβεστίου διεγείρουν τα συναπτικά κυστίδια να προχωρήσουν προς την προσυναπτική μεμβράνη και να συνενωθούν μαζί της με αποτέλεσμα ο νευροδιαβιβαστής που περιέχουν να ελευθερώνεται συνεχώς στη συναπτική σχισμή. Έτσι, οι περισσότεροι υποδοχείς του νευροδιαβιβαστή στη μετασυναπτική μεμβράνη θα είναι κατειλημμένοι από νευροδιαβιβαστή. Οι περισσότερες πύλες των καναλιών Na^+ στη μετασυναπτική μεμβράνη θα παραμένουν ανοικτές και θα γίνεται συνεχής είσοδος Na^+ στο μετασυναπτικό άκρο, με αποτέλεσμα η μετασυναπτική μεμβράνη να βρίσκεται σε συνεχή εκπόλωση (ή να παραμένει εκπολωμένη ή να βρίσκεται συνεχώς σε δυναμικό ενέργειας).

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από δύο (2) ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με είκοσι (20) μονάδες.

Ερώτηση 4 (μονάδες 20)

Η αυξητική ορμόνη είναι μία πρωτεϊνική ορμόνη η οποία δρα σε πληθώρα κυττάρων του οργανισμού, τα οποία φέρουν τον αντίστοιχο πρωτεϊνικό υποδοχέα.

(α) i. Να ονομάσετε τον αδένιο ο οποίος παράγει την αυξητική ορμόνη. **(μονάδα 1)**

Η αδενούπόφυση.

ii. Να γράψετε σε ποιο μέρος του κυττάρου-στόχου βρίσκεται ο πρωτεϊνικός υποδοχέας της αυξητικής ορμόνης. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. **(μονάδες 3)**

Ο υποδοχέας της αυξητικής ορμόνης βρίσκεται στην κυτταρική μεμβράνη διότι η αυξητική ορμόνη είναι υδατοδιαλυτή ορμόνη (ή πεπτιδικής φύσεως ή πρωτεϊνική ορμόνη), άρα δεν διαπερνά τη διπλοστιβάδα φωσφολιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης του κυττάρου-στόχου.

iii. Να αναφέρετε **μία (1)** άμεση δράση της αυξητικής ορμόνης στα κύτταρα-στόχους. **(μονάδα 1)**

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Εντονότερη πρωτεϊνοσύνθεση
- Αύξηση ρυθμού πρόσληψης αμινοξέων από τα κύτταρα-στόχους
- Διεγείρει τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό στον συζευκτικό χόνδρο

(β) Το **Σχήμα 4** παρουσιάζει τμήμα της αλληλουχίας του ώριμου mRNA του ανθρώπινου γονιδίου GHR, το οποίο κωδικοποιεί για τον πρωτεϊνικό υποδοχέα της αυξητικής ορμόνης. Το τμήμα του ώριμου mRNA, αρχίζει με το κωδικίο έναρξης της μετάφρασης.

5´ - AUG GAC GUG GUG AUA ... - 3´

Σχήμα 4

i. Να γράψετε την αλληλουχία της μεταγραφόμενης αλυσίδας του DNA από την οποία προέκυψε το τμήμα του mRNA του **Σχήματος 4** και να προσδιορίσετε την κατεύθυνσή της. **(μονάδες 2)**

Μεταγραφόμενη αλυσίδα DNA:

3´ TAC CTG CAC CAC TAT ... 5´

ii. Χρησιμοποιώντας τον **Πίνακα 3**, να γράψετε την αλληλουχία των αμινοξέων η οποία θα προκύψει από τη μετάφραση της αλληλουχίας του mRNA του **Σχήματος 4**. **(μονάδες 2)**

Πίνακας 3 (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

Μεθειονίνη – Ασπαρτικό – Βαλίνη – Βαλίνη – Ισολευκίνη

iii. 1. Να εξηγήσετε γιατί είναι απαραίτητη η διαδικασία της ωρίμανσης του mRNA. (μονάδες 2)

Τα περισσότερα γονίδια είναι ασυνεχή, άρα το πρόδρομο mRNA το οποίο προκύπτει από τη μεταγραφή ενός γονιδίου περιέχει αλληλουχίες οι οποίες δεν μεταφράζονται σε αμινοξέα (εσώνια) και αλληλουχίες που μεταφράζονται σε αμινοξέα (εξώνια). Η διαδικασία της ωρίμανσης είναι απαραίτητη για να αποκοπούν τα εσώνια και να παραμείνουν μόνο τα εξώνια.

2. Να περιγράψετε τη διαδικασία ωρίμανσης του πρόδρομου mRNA σε ώριμο mRNA.

(μονάδες 2)

Τα εσώνια κόβονται από τα snRNPs (μικρά ριβοζονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια), τα οποία δρουν ως ένζυμα. Τα εξώνια τα οποία παραμένουν συρράπτονται μεταξύ τους και με αυτόν τον τρόπο σχηματίζεται το ώριμο mRNA.

iv. Σε μία μονάδα νεογνών έγινε προληπτικός μοριακός έλεγχος (ανάλυση DNA) σε γονίδια τα οποία σχετίζονται με τη σωματική ανάπτυξη. Από τον έλεγχο αυτό, βρέθηκε ότι δύο νεογνά φέρουν μετάλλαξη στο αρχικό τμήμα του γονιδίου το οποίο είναι υπεύθυνο για τη σύνθεση του πρωτεϊνικού υποδοχέα της αυξητικής ορμόνης GHR. Το **Σχήμα 5** παρουσιάζει το αρχικό τμήμα της αλληλουχίας της μεταγραφόμενης αλυσίδας του φυσιολογικού γονιδίου καθώς και τις αντίστοιχες αλληλουχίες του αρχικού τμήματος του γονιδίου των δύο νεογνών, 1 και 2, στις οποίες εντοπίστηκε μία γονιδιακή μετάλλαξη σε κάθε αλληλουχία.

Αλληλουχία φυσιολογικού γονιδίου: 3'- CAC CAC TAT AAA CTT GCA ... - 5'

Αλληλουχία γονιδίου νεογνού 1: 3'- CAC ACT ATA AAC TTG CA ... - 5'

Αλληλουχία γονιδίου νεογνού 2: 3'- CAC CAC TAG AAA CTT GCA ... - 5'

Σχήμα 5

1. Να ονομάσετε τον τύπο της γονιδιακής μετάλλαξης η οποία εντοπίστηκε σε κάθε ένα από τα δύο νεογνά 1 και 2. (μονάδες 2)

Νεογνό 1: Έλλειψη

Νεογνό 2: Αντικατάσταση

2. Ο επιστήμονας ο οποίος εντόπισε τις γονιδιακές μεταλλάξεις στα νεογνά, υποστηρίζει ότι με βάση τα αποτελέσματα του προληπτικού ελέγχου, το ένα νεογνό θα έχει φυσιολογική ανάπτυξη ενώ το άλλο νεογνό θα παρουσιάσει νανισμό. Να καθορίσετε ποιο από τα δύο νεογνά 1 και 2 θα έχει φυσιολογική ανάπτυξη και ποιο θα παρουσιάσει νανισμό. Να εξηγήσετε την απάντησή σας, με βάση την επίπτωση που θα έχει η κάθε μία μετάλλαξη στη σύνθεση του πρωτεϊνικού υποδοχέα της αυξητικής ορμόνης. **(μονάδες 5)**

Το νεογνό 1 θα παρουσιάσει νανισμό, ενώ το νεογνό 2 θα έχει φυσιολογική ανάπτυξη. Στο νεογνό 1, επειδή η μετάλλαξη είναι έλλειψη, αλλάζει το πλαίσιο ανάγνωσης (ή αλλάζει η αλληλουχία αμινοξέων ή δημιουργείται πρόωρο κωδικό λήξης) με αποτέλεσμα να μην παράγεται λειτουργική πρωτεΐνη/πρωτεϊνικός υποδοχέας. Στο νεογνό 2, η μετάλλαξη είναι σιωπηλή (ή δημιουργεί συνώνυμο κωδικό ή δεν προκαλεί αλλαγή αμινοξέος ή το αμινοξύ ισολευκίνη παραμένει το ίδιο), άρα δεν θα υπάρξει καμία αλλαγή στην πρωτεΐνη/πρωτεϊνικό υποδοχέα.

Ερώτηση 5 (μονάδες 20)

Σήμερα, η βιοτεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία και εστιάζεται κυρίως σε τρεις βασικούς τομείς: στην παραγωγή ουσιών, στην τροποποίηση φυτών και ζώων και στην ταυτοποίηση DNA.

(α) Μία εφαρμογή της βιοτεχνολογίας στην παραγωγή ουσιών είναι η δημιουργία γενετικά τροποποιημένων βακτηρίων τα οποία παράγουν ανθρώπινη ινσουλίνη. Η ινσουλίνη χορηγείται στους ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου I, παρέχοντας έναν πιο αποδοτικό τρόπο αντιμετώπισης της ασθένειας.

i. Να ονομάσετε τον αδένα ο οποίος δυσλειτουργεί στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου I. Στη συνέχεια, να τον χαρακτηρίσετε ως ενδοκρινή, εξωκρινή ή μεικτό, δικαιολογώντας την απάντησή σας με **ένα (1)** επιχειρήμα. **(μονάδες 3)**

Ο αδένας είναι το πάγκρεας. Είναι μεικτός αδένας διότι:

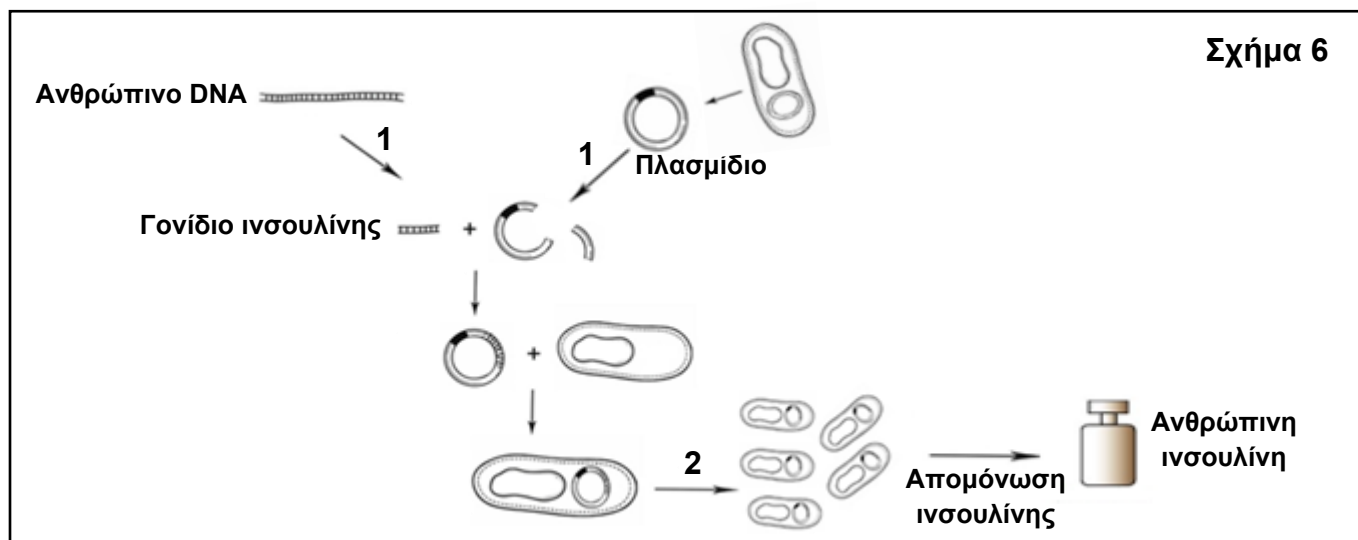
Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Έχει ενδοκρινή και εξωκρινή μοίρα
- Διαθέτει εκφορητικό πόρο (ή παγκρεατικό πόρο) και ταυτόχρονα εκκρίνει ορμόνες (ινσουλίνη, γλυκαγόνη) στο αίμα
- Διοχετεύει κάποια από τα εκκρίματά του (παγκρεατικό υγρό) σε κοιλότητες (δωδεκαδάκτυλο) και κάποια άλλα εκκρίματα (ορμόνες) στο αίμα
- Κάποια από τα εκκρίματά του (παγκρεατικό υγρό) δρουν στην περιοχή έκκρισής τους, ενώ κάποια άλλα εκκρίματα (ορμόνες) έχουν μεγάλη εμβέλεια δράσης
- Παράγει παγκρεατικό υγρό και ορμόνες (ινσουλίνη, γλυκαγόνη)

ii. Να εξηγήσετε, κάνοντας αναφορά στον ρόλο της ινσουλίνης, γιατί στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου I παρατηρείται απώλεια βάρους. **(μονάδες 3)**

Στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου I παρατηρείται έλλειψη ικανοποιητικών ποσοτήτων ινσουλίνης στο αίμα, με αποτέλεσμα να μην γίνεται είσοδος της γλυκόζης στα κύτταρα. Έτσι τα κύτταρα διασπών συνεχώς λίπη και πρωτεΐνες ως πηγή ενέργειας με αποτέλεσμα την απώλεια βάρους.

iii. Το **Σχήμα 6** παρουσιάζει την εφαρμογή της τεχνικής του ανασυνδυασμένου DNA στη δημιουργία γενετικά τροποποιημένων βακτηρίων τα οποία παράγουν ανθρώπινη ινσουλίνη.



1. Να ονομάσετε τα ειδικά ένζυμα τα οποία είναι απαραίτητα για να γίνει η διαδικασία με τον αριθμό 1 του **Σχήματος 6**. **(μονάδα 1)**

Περιοριστικές ενδονουκλεάσες.

2. Να αναφέρετε τον ρόλο του πλασμιδίου στην τεχνική του ανασυνδυασμένου DNA στο παράδειγμα του **Σχήματος 6**. **(μονάδα 1)**

Το πλασμίδιο μεταφέρει το γονίδιο της ινσουλίνης (ή το γονίδιο ενδιαφέροντος ή το ανασυνδυασμένο DNA ή το «ξένο» DNA) στο κύτταρο-οργανισμό δέκτη/ξενιστή.

3. Να ονομάσετε τη διαδικασία με τον αριθμό 2 του **Σχήματος 6** και να εξηγήσετε τη σημασία της στην παραγωγή ανθρώπινης ινσουλίνης. **(μονάδες 3)**

Κλωνοποίηση. Με την κλωνοποίηση γίνεται πολλαπλασιασμός των γενετικά τροποποιημένων κυττάρων με σκοπό την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ινσουλίνης.

4. Αρχικά, η ινσουλίνη, η οποία ήταν απαραίτητη για τα άτομα που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου I, λαμβανόταν κατευθείαν από βοοειδή ή γουρούνια. Σήμερα, η παραγωγή και η απομόνωση της ινσουλίνης γίνεται μέσω της εφαρμογής της τεχνικής του ανασυνδυασμένου DNA του **Σχήματος 6**. Να αναφέρετε **έναν (1)** λόγο για τον οποίο κρίθηκε αναγκαία η παραγωγή και η απομόνωση της ινσουλίνης μέσω της εφαρμογής της τεχνικής του ανασυνδυασμένου DNA. **(μονάδα 1)**

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Η ζωική ινσουλίνη είναι διαφορετική από την ανθρώπινη
- Η ζωική ινσουλίνη προκαλεί ανεπιθύμητες καταστάσεις/αλλεργίες στους ασθενείς
- Η παραγωγή της ανθρώπινης ινσουλίνης μέσω της βιοτεχνολογίας είναι αποδοτικότερη/παράγεται σε μεγάλες ποσότητες
- Η παραγωγή της ανθρώπινης ινσουλίνης μέσω της βιοτεχνολογίας γίνεται πιο γρήγορα/οικονομικά
- Προκύπτουν βιοηθικά ζητήματα σχετικά με τη χρησιμοποίηση ζώων

(β) Η ταυτοποίηση DNA είναι ένας από τους τρεις βασικούς τομείς στους οποίους εστιάζει η βιοτεχνολογία και βασίζεται στην ανάλυση του γενετικού αποτυπώματος και συγκεκριμένα στην ανάλυση γενετικών πολυμορφικών δεικτών STRs.

i. Να γράψετε τι είναι οι γενετικοί πολυμορφικοί δείκτες και να εξηγήσετε γιατί είναι χρήσιμοι στην ανάλυση του γενετικού αποτυπώματος. **(μονάδες 3)**

Οι γενετικοί πολυμορφικοί δείκτες είναι τμήματα (ή σύντομες διαδοχικές επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες) του γενετικού υλικού τα οποία δεν κωδικοποιούν πρωτεΐνες. Είναι χρήσιμοι διότι κάθε γενετικός δείκτης παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία στον ανθρώπινο πληθυσμό και το σύνολο της πληροφορίας που προκύπτει από την ανάλυσή τους προσδίδει την μοναδικότητα στο γενετικό αποτύπωμα κάθε ατόμου.

ii. Ο Αριστείδης αγνοείται εδώ και 2 χρόνια. Πριν μία εβδομάδα, ένας ορειβάτης βρήκε έναν ανθρώπινο σκελετό σε μία χαράδρα. Μετά από ανθρωπολογική εξέταση βρέθηκε ότι ο σκελετός ανήκει σε άντρα γύρω στην ηλικία του Αριστείδη. Για να εξεταστεί η πιθανότητα ο σκελετός να ανήκει στον Αριστείδη, απομονώθηκε γενετικό υλικό από τον σκελετό και από τους γονείς του Αριστείδη. Ακολούθως, έγινε ανάλυση γενετικών αποτυπωμάτων όπου χρησιμοποιήθηκαν είκοσι ένας (21) γενετικοί πολυμορφικοί δείκτες STRs. Στον **Πίνακα 4** παρουσιάζονται οι πρώτοι τέσσερις (4) γενετικοί πολυμορφικοί δείκτες STRs οι οποίοι προέκυψαν από την ανάλυση.

Πίνακας 4							
		DNA ανθρώπινου σκελετού		DNA πατέρα Αριστείδη		DNA μητέρας Αριστείδη	
Πολυμορφικός Δείκτης (STR)		Αριθμός επαναλήψεων		Αριθμός επαναλήψεων		Αριθμός επαναλήψεων	
1.	D3S1358	15	14	14	18	15	16
2.	vWA	19	18	16	18	19	17
3.	D8S1179	11	14	10	14	12	13
4.	FGA	25	24	22	25	21	24

1. Αφού μελετήσετε τα δεδομένα του **Πίνακα 4**, να γράψετε αν ο ανθρώπινος σκελετός μπορεί να ανήκει στον αγνοούμενο Αριστείδη. Να εξηγήσετε την απάντησή σας με βάση τα δεδομένα του **Πίνακα 4**. **(μονάδες 4)**

Ο ανθρώπινος σκελετός δεν ανήκει στον Αριστείδη.

Κάθε γενετικός πολυμορφικός δείκτης αποτελείται από δύο αριθμούς επαναλήψεων από τους οποίους ο ένας κληρονομείται από τον πατέρα και ο άλλος από τη μητέρα. Ο τρίτος δείκτης STR (D8S1179) του ανθρώπινου σκελετού έχει 11 και 14 επαναλήψεις, άρα έχει κοινό αριθμό επαναλήψεων με τον πατέρα (14), αλλά δεν έχει κανένα κοινό αριθμό επαναλήψεων με τη μητέρα.

2. Να αναφέρετε **ένα (1)** βιοηθικό πρόβλημα, το οποίο μπορεί να προκύψει από τη δημιουργία γενετικών αποτυπωμάτων στους ανθρώπους. **(μονάδα 1)**

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Θίγονται τα προσωπικά δεδομένα ενός ατόμου
- Δημιουργείται η δυνατότητα χρήσης του υλικού για σκοπούς κλωνοποίησης
- Πιθανή ενοχοποίηση ενός ατόμου για κάποια πράξη για την οποία δεν ευθύνεται

ΜΕΡΟΣ Γ΄: Αποτελείται από μία (1) ερώτηση.
Η ορθή απάντηση βαθμολογείται με τριάντα (30) μονάδες.

Ερώτηση 6 (μονάδες 30)

(α) i. Ο ανθρώπινος οργανισμός διαθέτει εξωτερικούς μηχανισμούς άμυνας, οι οποίοι παρεμποδίζουν την είσοδο μικροοργανισμών σε αυτόν. Να περιγράψετε **δύο (2)** εξωτερικούς μηχανισμούς άμυνας του ανθρώπινου οργανισμού, τους οποίους πρέπει να διαπεράσει ένας μικροοργανισμός για να εισέλθει στον οργανισμό. **(μονάδες 2)**

Δύο (2) από τα ακόλουθα:

- Η συνέχεια του δέρματος η οποία λειτουργεί ως φραγμός στην είσοδο μικροβίων
- Η κεράτινη στιβάδα του δέρματος η οποία λειτουργεί ως φραγμός στην είσοδο μικροβίων
- Το γαλακτικό οξύ του ιδρώτα, το οποίο έχει αντιμικροβιακή δράση
- Η λυσοζύμη του ιδρώτα, η οποία διασπά το κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων
- Τα λιπαρά οξέα του σμήγματος, τα οποία δημιουργούν δυσμενές χημικό περιβάλλον για τα μικρόβια
- Ο ιδρώτας, ο οποίος περιέχει γαλακτικό οξύ και λυσοζύμη με αντιμικροβιακή δράση
- Το σμήγμα, το οποίο περιέχει λιπαρά οξέα τα οποία δημιουργούν δυσμενές χημικό περιβάλλον για τα μικρόβια
- Οι μη παθογόνοι μικροοργανισμοί του δέρματος, οι οποίοι ανταγωνίζονται με τους παθογόνους μικροοργανισμούς και εμποδίζουν την εγκατάστασή τους σε αυτή
- Ο βλεννογόνος του στομάχου, ο οποίος εκκρίνει υδροχλωρικό οξύ με αντιμικροβιακή δράση
- Ο βλεννογόνος της αναπνευστικής οδού, ο οποίος εκκρίνει βλέννα η οποία παγιδεύει τους μικροοργανισμούς
- Ο βλεννογόνος της αναπνευστικής οδού, ο οποίος διαθέτει το βλεφαριδοφόρο επιθήλιο το οποίο απομακρύνει τους μικροοργανισμούς από την αναπνευστική οδό
- Ο βλεννογόνος του επιπεφυκότα, ο οποίος εκκρίνει τη λυσοζύμη στα δάκρυα και έχει αντιβακτηριακή δράση
- Ο βλεννογόνος της στοματικής κοιλότητας, ο οποίος εκκρίνει τη λυσοζύμη στο σάλιο και έχει αντιβακτηριακή δράση

ii. Αν ένα βακτήριο κατορθώσει να εισέλθει στο εσωτερικό του οργανισμού, τότε ενεργοποιούνται μηχανισμοί μη ειδικής άμυνας για την αντιμετώπισή του. Τέτοιοι μηχανισμοί είναι για παράδειγμα οι ουσίες με αντιμικροβιακή δράση. Να αναφέρετε **δύο (2)** κατηγορίες αντιμικροβιακών ουσιών οι οποίες ενεργοποιούνται για να αντιμετωπίσουν το βακτήριο. **(μονάδες 2)**

Το συμπλήρωμα και η προπερδίνη.

iii. Να αναφέρετε **έναν (1)** μηχανισμό μη ειδικής άμυνας, ο οποίος είναι απαραίτητος για την ενεργοποίηση της πρωτογενούς ανοσοβιολογικής απόκρισης στην ειδική άμυνα. **(μονάδα 1)**

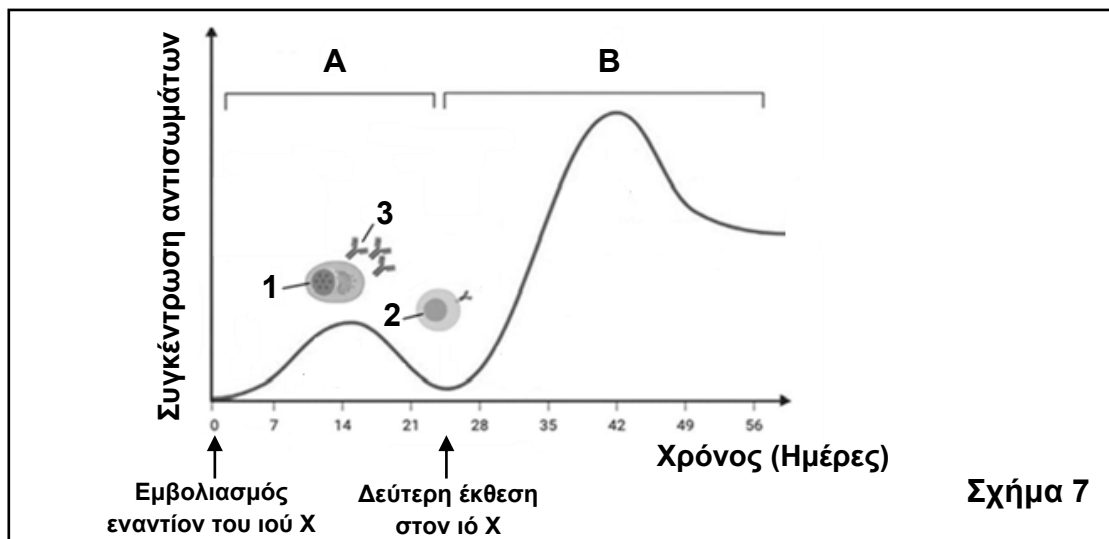
Ο μηχανισμός της φαγοκυττάρωσης από τα μακροφάγα.

iv. Να αναφέρετε **ένα (1)** χαρακτηριστικό της ειδικής άμυνας, το οποίο δεν χαρακτηρίζει τη μη ειδική άμυνα. **(μονάδα 1)**

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Εξειδίκευση
- Μνήμη

(β) Το **Σχήμα 7** απεικονίζει μία γραφική παράσταση η οποία παρουσιάζει τη συγκέντρωση αντισωμάτων σε σχέση με τον χρόνο σε έναν ανθρώπινο οργανισμό, μετά από δύο διαδοχικές εκθέσεις στον ιό X. Η καμπύλη A παρουσιάζει την ανοσοβιολογική απόκριση μετά από εμβολιασμό εναντίον του ιού X, ενώ η καμπύλη B παρουσιάζει την ανοσοβιολογική απόκριση μετά από έκθεση στον ιό X με φυσικό τρόπο.



i. Να ονομάσετε **ένα (1)** όργανο του ανθρώπινου σώματος στο οποίο πραγματοποιείται η ανοσοβιολογική απόκριση. **(μονάδα 1)**

Ένα (1) από τα ακόλουθα:

- Λεμφαδένες
- Σπλήνας
- Αμυγδαλές
- Λεμφικός ιστός κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα

ii. Να γράψετε αν η ανοσοβιολογική απόκριση που απεικονίζεται σε κάθε μία από τις καμπύλες Α και Β του **Σχήματος 7** είναι πρωτογενής ή δευτερογενής. **(μονάδες 2)**

Η καμπύλη Α παρουσιάζει πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση, ενώ η καμπύλη Β δευτερογενή ανοσοβιολογική απόκριση.

iii. Τα κύτταρα με τους αριθμούς 1 και 2 του **Σχήματος 7** είναι δύο διαφορετικά είδη Β-λεμφοκυττάρων τα οποία συμβάλλουν στη χυμική ανοσία. Να ονομάσετε το είδος των Β-λεμφοκυττάρων με τους αριθμούς 1 και 2, καθώς και το κυτταρικό προϊόν με τον αριθμό 3. **(μονάδες 3)**

1: Πλασματοκύτταρο

2: Β-λεμφοκύτταρο μνήμης

3: Αντισώματα

iv. Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν παρουσίασε συμπτώματα της ασθένειας κατά τον εμβολιασμό, ούτε κατά τη δεύτερη έκθεσή του στον ιό Χ.

1. Να αναφέρετε **έναν (1)** λόγο για τον οποίο το εμβόλιο, το οποίο χορηγείται στον οργανισμό εναντίον του ιού Χ, δεν προκάλεσε τα συμπτώματα της ασθένειας. **(μονάδα 1)**

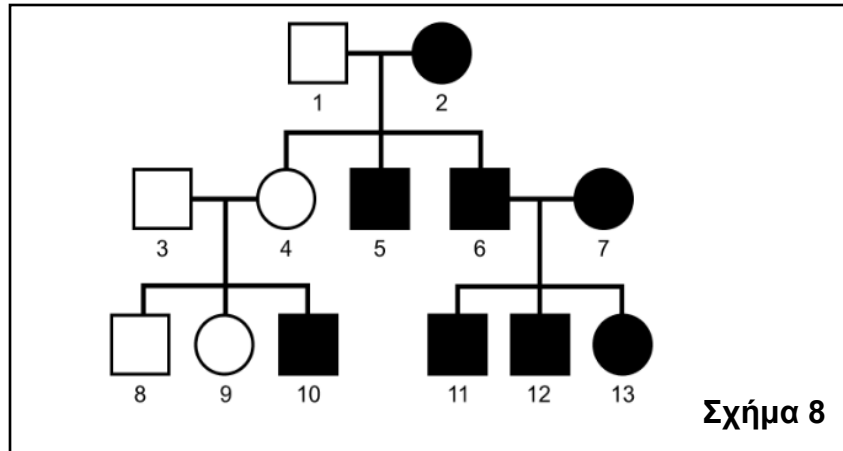
Το εμβόλιο εναντίον του ιού Χ περιέχει νεκρούς ή εξασθενημένους ιούς ή τμήματά τους (ή ο ιός δεν μπορεί να πολλαπλασιαστεί) με αποτέλεσμα να μην προκαλεί τα συμπτώματα της ασθένειας.

2. Να εξηγήσετε γιατί δεν εμφανίστηκαν συμπτώματα της ασθένειας κατά τη δεύτερη έκθεση στον ιό Χ. **(μονάδες 2)**

Κατά τη δευτερογενή απόκριση ενεργοποιούνται τα κύτταρα μνήμης και ξεκινά άμεσα η έκκριση αντισωμάτων σε μεγάλη ποσότητα, με αποτέλεσμα να εξουδετερώνεται άμεσα ο ιός και να μην προλαβαίνουν να εμφανιστούν τα συμπτώματα της ασθένειας.

(γ) Ο Νίκος παρουσιάζει συχνές βακτηριακές λοιμώξεις. Οι εξετάσεις που έκανε έδειξαν ότι πάσχει από μία σπάνια κληρονομική πάθηση, τη νόσο Bruton, στην οποία παρατηρείται αδυναμία παραγωγής ώριμων Β-λεμφοκυττάρων. Η νόσος Bruton κληρονομείται με υπολειπόμενο φυλοσύνδετο τρόπο.

i. Το **Σχήμα 8** παρουσιάζει το γενεαλογικό δέντρο της οικογένειας του Νίκου, ο οποίος είναι το άτομο 10 του γενεαλογικού δέντρου. Τα άτομα τα οποία πάσχουν από τη νόσο Bruton παριστάνονται σκιασμένα με μαύρο χρώμα.



Σχήμα 8

Να εξηγήσετε, κάνοντας αναφορά στο γενεαλογικό δέντρο του **Σχήματος 8** και στον τρόπο κληρονομής του γονιδίου το οποίο αναφέρεται σε κάθε μία από τις πιο κάτω περιπτώσεις, γιατί:

1. η νόσος Bruton δεν οφείλεται σε φυλοσύνδετο επικρατές γονίδιο. **(μονάδες 2)**

Η νόσος Bruton δεν οφείλεται σε φυλοσύνδετο επικρατές γονίδιο, διότι από υγιή μητέρα 4 ($X^A X^a$), προκύπτει ο γιος 10 (Νίκος) ($X^a Y$) ο οποίος εμφανίζει την πάθηση.

Τα φυλοσύνδετα γονίδια μεταβιβάζονται στα αρσενικά άτομα αποκλειστικά από τη μητέρα τους, οπότε αν το γονίδιο ήταν φυλοσύνδετο επικρατές θα έπρεπε να πάσχει και η μητέρα 4, το οποίο δεν συμβαίνει.

2. η νόσος Bruton δεν οφείλεται σε ολανδρικό γονίδιο. **(μονάδες 2)**

Η νόσος Bruton δεν οφείλεται σε ολανδρικό γονίδιο διότι στο συγκεκριμένο γενεαλογικό δέντρο υπάρχουν, εκτός από αρσενικά άτομα, και θηλυκά άτομα τα οποία πάσχουν (2, 7 και 13) από τη νόσο Bruton (ή υπάρχει ο γιος 10 ο οποίος πάσχει χωρίς να πάσχει ο πατέρας του).

Τα ολανδρικά γονίδια εδράζονται μόνο στο Y χρωματόσωμα, άρα κληρονομούνται μόνο από τον πατέρα σε όλους τους γιους.

ii. Ο Νίκος (άτομο 10 του γενεαλογικού δέντρου) είναι ομάδας αίματος O, ενώ ο αδελφός του είναι ομάδας αίματος A. Ο πατέρας τους (άτομο 3) είναι ομάδας αίματος O. Να κάνετε τη διασταύρωση διϋβριδισμού μεταξύ του ζευγαριού 3 και 4 του γενεαλογικού δέντρου του **Σχήματος 8** για την ομάδα αίματος και τη νόσο Bruton, χρησιμοποιώντας το ορθογώνιο του Punnett. Στην απάντησή σας να φαίνονται τα πιο κάτω:

1. οι γονότυποι των ατόμων 3 και 4, για την ομάδα αίματος και τη νόσο Bruton.

2. οι γαμέτες των ατόμων 3 και 4.

3. όλοι οι πιθανοί γονότυποι των απογόνων τους.

4. ο αριθμός όλων των διαφορετικών πιθανών φαινοτύπων των απογόνων τους.

5. η πιθανότητα η αδελφή του Νίκου να είναι ομάδας αίματος A και φορέας της νόσου Bruton.

(μονάδες 9)

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

I^A : γονίδιο υπεύθυνο για την παραγωγή του αντιγόνου A

I^B : γονίδιο υπεύθυνο για την παραγωγή του αντιγόνου B

I^o : γονίδιο υπεύθυνο για τη μη παραγωγή των αντιγόνων A και B

X^A : φυσιολογικό γονίδιο για παραγωγή ώριμων B-λεμφοκυττάρων

X^a : παθολογικό γονίδιο για μη παραγωγή ώριμων B-λεμφοκυττάρων (νόσος Bruton)

1. Γονότυπος ατόμου 3/πατέρα: $I^oI^oX^AY$

Γονότυπος ατόμου 4/μητέρας: $I^A I^o X^A X^a$

2. Γαμέτες ατόμου 3/πατέρα: I^oX^A , I^oY

Γαμέτες ατόμου 4/μητέρας: I^AX^A , I^AX^a , I^oX^A , I^oX^a

3.

♀	I^AX^A	I^AX^a	I^oX^A	I^oX^a
♂	I^oX^A	$I^A I^o X^A X^a$	$I^A I^o X^A X^a$	$I^o I^o X^A X^a$
I^oY	$I^A I^o X^A Y$	$I^A I^o X^a Y$	$I^o I^o X^A Y$	$I^o I^o X^a Y$

4. Αριθμός διαφορετικών φαινοτύπων στους απογόνους: 6

5. Πιθανότητα η αδελφή του Νίκου να είναι ομάδα αίματος A και φορέας της νόσου Bruton: 1/4 (ή 25%)

iii. Η κληρονομική νόσος Bruton, προκύπτει από μετάλλαξη ενός γονιδίου υπεύθυνου για την παραγωγή ενός ενζύμου το οποίο βοηθά στην ανάπτυξη ώριμων B-λεμφοκυττάρων. Να εξηγήσετε σε ποιο είδος κυττάρου ενός οργανισμού θα πρέπει να συμβεί η πιο πάνω μετάλλαξη για να κληροδοτηθεί η πάθηση αυτή στους απογόνους του. **(μονάδες 2)**

Η συγκεκριμένη μετάλλαξη θα πρέπει να συμβεί σε γεννητικό κύτταρο (ή γαμέτη ή ωάριο/σπερματοζωάριο) διότι μόνο οι μεταλλάξεις των γεννητικών κυττάρων μεταβιβάζονται από τη μια γενιά στην επόμενη και είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία κληρονομικών παθήσεων.

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΥΣΕΩΝ