

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2026**
Α΄ ΦΑΣΗ**E_3.Βλ3Θ(α)**

ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ημερομηνία: Σάββατο 10 Ιανουαρίου 2026
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**ΘΕΜΑ Α****A1.** α**Μονάδες 5****A2.** β**Μονάδες 5****A3.** δ**Μονάδες 5****A4.** γ**Μονάδες 5****A5.** δ**Μονάδες 5****ΘΕΜΑ Β****B1.**

1-A

2-B

3-B

4-B

5-A

6-B

7-B

8-A (θα μπορούσε να δοθεί και η απάντηση Β η οποία είναι επιστημονικά ορθή αλλά εκτός εξεταστέας ύλης)

Μονάδες 8

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2026**
Α΄ ΦΑΣΗ**E_3.Βλ3Θ(α)**

B2. Πολλά ριβοσώματα μπορούν να μεταφράζουν ταυτόχρονα ένα mRNA, το καθένα σε διαφορετικό σημείο κατά μήκος του μορίου. Αμέσως μόλις το ριβόσωμα έχει μεταφράσει τα πρώτα κωδικόνια, η θέση έναρξης του mRNA είναι ελεύθερη για την πρόσδεση ενός άλλου ριβοσώματος. Το σύμπλεγμα των ριβοσωμάτων με mRNA ονομάζεται πολύσωμα.

Από το παραπάνω λοιπόν πολύσωμα θα παραχθούν 5 πολυπεπτιδικές αλυσίδες και κάθε μια θα έχει από 99 αμινοξέα διότι το κωδικόνιο λήξης δεν κωδικοποιεί καποιο αμινοξύ. Οι 5 αυτές πολυπεπτιδικές αλυσίδες θα είναι ίδιες αφού ένα mRNA έχει την πληροφορία για τη σύνθεση μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Αν το πολύσωμα αυτό εντοπιζόταν σε προκαρυωτικό κύτταρο θα μπορούσε να κωδικοποιεί περισσότερες από μια πολυπεπτιδικές αλυσίδες, αν προκύπτει από μεταγραφή των δομικών γονιδίων ενός οπερονίου, δηλαδή από γονίδια που υπόκεινται σε κοινό έλεγχο της έκφρασης τους και μεταγράφονται σε ένα ενιαίο μόριο mRNA.

Μονάδες 5

B3. α. Εφόσον είναι απλοειδής οργανισμός τα χρωμοσώματα είναι 16. Τα μόρια DNA είναι 16 πριν την αντιγραφή και 32 μετά την αντιγραφή.

β. 32 μεταφασικά χρωμοσώματα και 64 μόρια DNA

γ. 16 χρωμοσώματα, 16 μόρια DNA. Ο τύπος της κυτταρικής διαίρεσης είναι η μίτωση

Μονάδες 6

B4. 1. Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες φέρουν το δικό τους DNA.

2. Το DNA των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών είναι δίκλωνο κυκλικό όπως των βακτηρίων (εξαιρέση αποτελεί το mtDNA των κατώτερων πρωτοζώων).

3. Περιέχουν γονίδια που κωδικοποιούν πρωτεΐνες απαραίτητες για τη λειτουργία τους

4. Περιέχουν ριβοσώματα στα οποία γίνεται η σύνθεση των πρωτεϊνών τους.

5. Τα μιτοχόνδρια χρησιμοποιούν το O₂ και επιτελούν οξειδωτική φωσφορυλίωση, όπως και τα αερόβια βακτήρια από τα οποία έχουν προέλθει.

6. Οι χλωροπλάστες επιτελούν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, όπως και τα φωτοσυνθετικά βακτήρια από τα οποία έχουν προέλθει.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. α. Τα κύρια ένζυμα που συμμετέχουν στην αντιγραφή του DNA ονομάζονται DNA πολυμεράσες. Επειδή τα ένζυμα αυτά δεν έχουν την ικανότητα να αρχίσουν την αντιγραφή, το κύτταρο έχει ένα ειδικό σύμπλοκο που αποτελείται από πολλά ένζυμα, το πριμόσωμα, το οποίο συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα. DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA.

Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι η αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5'→3'. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη. Τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας συνδέονται μεταξύ τους με τη βοήθεια ενός ενζύμου, που ονομάζεται DNA δεσμάση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η νεοσυντιθέμενη αλυσίδα είναι η κάτω καθώς παρατηρούμε τα πρωταρχικά τμήματα RNA (ριβονουκλεοτίδια) τα οποία επιμηκύνονται προς τα δεξιά. Επομένως η αλυσίδα I έχει το 3' άκρο αριστερά και το 5' άκρο δεξιά και η αλυσίδα II το 5' άκρο αριστερά και το 3' άκρο δεξιά. **(Μονάδες 2)**

β. Η DNA δεσμάση θα δράσει μεταξύ T-T όταν δηλαδή θα έχει αντικατασταθεί το τελευταίο νουκλεοτίδιο του πρωταρχικού τμήματος U από δεοξυριβονουκλεοτίδιο που φέρει την αζωτούχο βάση T. Η DNA δεσμάση θα δημιουργήσει φωσφοδιεστερικό δεσμό με το επόμενο νουκλεοτίδιο που φέρει επίσης αζωτούχο βάση T και είχε τοποθετηθεί από την DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση του πρωταρχικού τμήματος. **(Μονάδα 1)**

γ. Κατά την αντικατάσταση των πρωταρχικών τμημάτων η DNA πολυμεράση θα σπάσει 5 φωσφοδιεστερικούς δεσμούς.

Οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί που θα δημιουργηθούν από τη DNA πολυμεράση είναι 7 κατά την επιμήκυνση του τελευταίου ασυνεχούς τμήματος και 5 κατά την αντικατάσταση των πρωταρχικών τμημάτων. Επίσης 1 φωσφοδιεστερικός δεσμός θα δημιουργηθεί από τη DNA δεσμάση όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Συνολικά, λοιπόν, δημιουργούνται 13 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί. **(Μονάδες 2)**

δ. Σύμφωνα με το μοντέλο Watson και Crick ανάμεσα στην αδενίνη και τη θυμίνη σχηματίζονται δύο δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στη γουανίνη και την κυτοσίνη σχηματίζονται τρεις δεσμοί υδρογόνου.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2026
Α΄ ΦΑΣΗ

E_3.Βλ3Θ(α)

Οι δεσμοί υδρογόνου που θα σπάσουν από την απομάκρυνση του πρωταρχικού τμήματος είναι 11 και οι δεσμοί που θα δημιουργηθούν μέχρι να ολοκληρωθεί η αντιγραφή του τμήματος που δίνεται είναι 29. (Μονάδες 2)

Μονάδες 7

Γ2.

Δομή/Μόριο	Πρόδρομο Ερυθρό Αιμοσφαιρίο (α)	Ωριμο Ερυθρό Αιμοσφαιρίο (β)	Επιθηλιακό Κύτταρο (γ)	<i>Paramecium</i> (δ)	<i>E.coli</i> (ε)	Κύτταρο φλοιού ρίζας (στ)	Παρεγχυματικό κύτταρο φύλλου (ζ)
Πυρήνας (1)	+	-	+	+	-	+	+
Μιτοχόνδρια (2)	+	-	+	+	-	+	+
Χλωροπλάστες (3)	-	-	-	-	-	-	+
Ριβοσώματα (4)	+	+	+	+	+	+	+
Αιμοσφαιρίνη (5)	+	+	-	-	-	-	-
snRNA (6)	+	-	+	+	-	+	+
Κεντροσωμάτιο (7)	+		+		-	-	-
Κυτταρικό Τοίχωμα (8)	-	-	-	-	+	+	+
Γραμμικό DNA (9)	+	-	+	+	-	+	+

Μονάδες 9

Γ3. α. Τα νεκρά λεία βακτήρια μπορούν και μετασχηματίζουν τα ζωντανά αδρά βακτήρια άρα μεταφέρεται η γενετική πληροφορία από τα νεκρά στα ζωντανά.

β. Ήταν ένα *in vivo* πείραμα όπου έδειξε την ύπαρξη ενός παράγοντα μετασχηματισμού αλλά δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστεί η χημική σύσταση αυτού του παράγοντα.

Η απάντηση δόθηκε το 1944, όταν οι Avery, Mac-Leod και McCarty επανέλαβαν τα πειράματα του Griffith *in vitro*. Οι ερευνητές διαχώρισαν τα συστατικά των νεκρών λείων βακτηρίων σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, RNA, DNA κτλ. και έλεγξαν ποιο από αυτά είχε την ικανότητα μετασχηματισμού. Διαπίστωσαν ότι το συστατικό που προκαλούσε το μετασχηματισμό των αδρών βακτηρίων σε λεία ήταν το DNA.

Μονάδες 4

Γ4. Τομείς της Μοριακής Βιολογίας που έχει συμβάλει η χρήση του *E. coli*:

1. Το βακτήριο *E. coli* χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη του μηχανισμού αντιγραφής του DNA.



2. Το *E. coli* χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη των μηχανισμών της γονιδιακής ρύθμισης (οπερόνιο της λακτόζης από τους Jacob και Monod το 1961).

Τρόποι με τους οποίους το *E. coli* έχει συμβάλλει στις τεχνικές κλωνοποίησης

1. Απομόνωση της περιοριστικής ενδονουκλεάσης *EcoRI*
2. Απομόνωση πλασμιδίων που χρησιμοποιούνται ως φορείς κλωνοποίησης
3. Χρήση του *E. coli* ως βακτήριο – ξενιστή για την είσοδο ανασυνδυασμένου DNA

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. α. Το οπερόνιο της τρυπτοφάνης είναι **ενεργοποιημένο** στην εικόνα **1** (μονάδα 1)

Το οπερόνιο της τρυπτοφάνης είναι σε **καταστολή** στην εικόνα **2** (μονάδα 1)

β. Λειτουργία οπερονίου **απουσία** τρυπτοφάνης:

Το ρυθμιστικό γονίδιο του οπερονίου της τρυπτοφάνης κωδικοποιεί την πρωτεΐνη καταστολέα.

Απουσία τρυπτοφάνης ο καταστολέας είναι ανενεργός και δε συνδέεται στο χειριστή του οπερονίου.

Η RNA πολυμεράση συνδέεται στον υποκινητή των δομικών γονιδίων και τα μεταγράφει σε ένα ενιαίο μόριο mRNA.

Το mRNA μεταφράζεται και παράγονται τα 5 ένζυμα που συμμετέχουν στο ίδιο μεταβολικό μονοπάτι που οδηγεί στη σύνθεση τρυπτοφάνης.

Το βακτήριο συνθέτει τρυπτοφάνη (μονάδα 1)

Λειτουργία οπερονίου **παρουσία** τρυπτοφάνης:

Το ρυθμιστικό γονίδιο του οπερονίου της τρυπτοφάνης κωδικοποιεί την πρωτεΐνη καταστολέα.

Η ίδια η τρυπτοφάνη συνδέεται στον καταστολέα και τον ενεργοποιεί.

Ο ενεργός καταστολέας συνδέεται στο χειριστή του οπερονίου της τρυπτοφάνης.

Η πρόσδεση του ενεργού καταστολέα στο χειριστή του οπερονίου καταστέλλει τη μεταγραφή των δομικών γονιδίων. (μονάδα 1)



γ. **I.** Όταν στο θρεπτικό υλικό του βακτηρίου υπάρχει τρυπτοφάνη, αυτή προσδένεται στον καταστολέα του οπερονίου της τρυπτοφάνης και τον ενεργοποιεί.

Ο καταστολέας του οπερονίου της τρυπτοφάνης συνδέεται στο χειριστή του οπερονίου της τρυπτοφάνης και εμποδίζει την RNA πολυμεράση να μεταγράψει το ρυθμιστικό γονίδιο του οπερονίου της λακτόζης.

Η πρωτεΐνη καταστολέας του οπερονίου της λακτόζης δεν παράγεται.

Η RNA πολυμεράση συνδέεται στον υποκινητή των δομικών γονιδίων του οπερονίου της λακτόζης και μεταγράφει τα δομικά γονίδια.

Παράγονται τα ένζυμα περμεάση, β γαλακτοσιδάση και τρανσακετυλάση και πραγματοποιείται η διάσπαση της λακτόζης από το βακτήριο. (μονάδες 2)

II. Όταν στο θρεπτικό υλικό του βακτηρίου δεν υπάρχει τρυπτοφάνη, ο καταστολέας του οπερονίου της τρυπτοφάνης είναι ανενεργός και δεν προσδένεται στο χειριστή του οπερονίου της τρυπτοφάνης.

Η RNA πολυμεράση μεταγράφει τότε το ρυθμιστικό γονίδιο του οπερονίου της λακτόζης και παράγεται στη συνέχεια η πρωτεΐνη καταστολέας του οπερονίου της λακτόζης.

Όμως επειδή στο θρεπτικό υλικό του βακτηρίου υπάρχει λακτόζη, αυτή συνδέεται στην θέση πρόσδεσης της πρωτεΐνης καταστολέα και δεν του επιτρέπει να προσδεθεί στο χειριστή.

Η RNA πολυμεράση συνδέεται στον υποκινητή των δομικών γονιδίων του οπερονίου της λακτόζης και μεταγράφει τα δομικά γονίδια.

Παράγονται τα ένζυμα περμεάση, β γαλακτοσιδάση και τρανσακετυλάση και πραγματοποιείται η διάσπαση της λακτόζης από το βακτήριο. (μονάδες 2)

Μονάδες 8

Δ2.

α. 5' CGAGGAG-ATG-GC-GCGA-T-ATG-TTG-CCC-AGA-GAG-TGAAGGGAAGAG 3'

3' GCTCCTCTACCGCGCTATACAACGGGTCTCTCACTTCCCTTCTC 5'

Η κωδική αλυσίδα θα πρέπει να διαθέτει 2 φορές το κωδικόνιο 5'ATG3' που κωδικοποιεί τη μεθειονίνη. Επίσης εφόσον στο εσώνιο αναπτύσσονται 11δH συμπεραίνουμε ότι πρέπει να αποτελείται είτε από:

i) 3 G/C και 1 A/T ή

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2026**
Α΄ ΦΑΣΗ**E_3.Βλ3Θ(α)**

ii) 1 G/C και 4 A/T.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και με τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα (τριπλέτας, συνεχής, μη επικαλυπτόμενος, κωδικόνια έναρξης/ λήξης) βρίσκουμε ότι το εσώνιο είναι η αλληλουχία

5' GCGA 3'
3' CGCT 5'

Κωδική αλυσίδα είναι πάνω και μη κωδική η κάτω. Τα κωδικόνια είναι κατά σειρά:

5' ATG-GCT-ATG-TTG-CCC-AGA-GAG-TGA 3'

β. Ωριμο mRNA:

5' CGAGGAGAUG-GCU-AUG-UUG-CCC-AGA-GAG-UGAAGGGAAGAG 3'

Το ώριμο mRNA αποτελείται αποκλειστικά από εξώνια στα οποία περιλαμβάνονται και οι 5' και 3' αμετάφραστες. Είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο της μη κωδικής αλυσίδας. Τα μικρά ριβονουκλεοπρωτεϊνικά σωματίδια αφαίρεσαν το εσώνιο και σύρραξαν τα εξώνια μεταξύ τους.

Ο υποκινητής βρίσκεται στο 3' άκρο της μη κωδικής αλυσίδας δηλαδή αριστερά του τμήματος που δίνεται.

Ο αριθμός ελεύθερων OH είναι 1 για του τελευταίου νουκλεοτιδίου που βρίσκεται στο 3' άκρο + 40 ελεύθερα OH που βρίσκονται στο 2' άκρο των ριβοζών όλων των νουκλεοτιδίων άρα σύνολο 41.

γ. 5' CGAGGAGATGGCGCGAGATG**TTG**CCCAGAGAGTGAAGGGAAGAG 3' Μη Κωδ.

3' GCTCCTCTACCGCGCTCTACAACGGGTCTCTCACTTCCCTTCTC 5'

4^ο κωδικόνιο: 5' UUG 3'

Αντικώδικονιο tRNA: 3' AAC 5'

Μη κωδική αλυσίδα γονιδίου tRNA: 5' ... TTG ... 3'

Κωδική αλυσίδα γονιδίου tRNA: 3' ... AAC ... 5'

Ο υποκινητής βρίσκεται δεξιά

δ. NH₂ – met – ala – met – leu – pro – arg – glu – COOH

Ακολουθως αφαιρείται η met από το αρχικό NH₂ άκρο και κυκλοποιείται οπότε θα έχουμε 6 αμινοξέα. π.δ. = αμινοξέα αφού κυκλοποιείται, άρα 6. Αν κάποιος μαθητής απαντήσει 7 αιτιολογώντας ότι υπολογίζει και τον πεπτιδικό που υπήρχε πριν αποκοπεί η μεθειονίνη να θεωρηθεί σωστό.

Μονάδες 12

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2026
Α' ΦΑΣΗ

E_3.Βλ3Θ(α)

Δ3. α) Η περιοριστική ενδονουκλεάση EcoRI είναι ένα ένζυμο που απομονώθηκε από το βακτήριο *Escherichia coli*. Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία

$$5'GAATTC3'$$
$$3'CTTAAG5'$$

στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση 5'→3') αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

Από τα 3 κομμάτια που προκύπτουν από τη δράση της EcoRI τα δύο ακριανά έχουν μόνο από τη μια μεριά μονόκλωνα άκρα ... TTAA 5', ενώ το μεσαίο έχει μονόκλωνα άκρα και από τις δύο μεριές.

Για τα 2 ακριανά θραύσματα ισχύει έστω x νουκλεοτίδια η μία αλυσίδα και $x+4$ η άλλη. Για τα νουκλεοτίδια ισχύει $x+x+4=10.000 \Rightarrow 2x=9.996 \Rightarrow x=4.998$. Άρα η μία αλυσίδα έχει 4.998 νουκλεοτίδια και η άλλη 5.002. Για το δίκλωνο τμήμα αυτού του θραύσματος ισχύει $2A+2C=9.996(1)$

Από δεσμούς υδρογόνου έχουμε $2A+3C=13.000(2)$

Αφαιρώντας την (1) από την (2) προκύπτει $C=G=3.004$ με αντικατάσταση σε μία από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει για τα 2 ακριανά θραύσματα $A=T=1996$

Για το μεσαίο θραύσμα γνωρίζουμε ότι κάθε αλυσίδα έχει 5.000 νουκλεοτίδια με μονόκλωνα άκρα TTAA 5'. Για το δίκλωνο τμήμα του μεσαίου τμήματος ισχύει $2A+3C=13.000(3)$ και $2A+2C=9.992(4)$. Με αφαίρεση κατά μέλη προκύπτει $C=G=3.008$ άρα στο μεσαίο θραύσμα $A=T=1992$ (Μονάδες 3)

β) Από τη στιγμή που έχουν και τα τρία κομμάτια τον ίδιο αριθμό δεσμών υδρογόνου, τα τμήματα θα αποδιαταχθούν το ίδιο εύκολα. (Μονάδα 1)

γ) Το μεσαίο θραύσμα από τα 3 μπορεί να ενσωματωθεί άμεσα στο φορέα κλωνοποίησης καθώς έχει και από τις δύο μεριές τα ίδια μονόκλωνα και συμπληρωματικά άκρα με το φορέα κλωνοποίησης. Τα δύο ακριανά τμήματα θα πρέπει πρώτα να επεξεργαστούν κατάλληλα (ενζυμικά) ώστε να αποκτήσουν και από την άλλη μεριά μονόκλωνα άκρα για να μπορέσουν στη συνέχεια να ενσωματωθούν στο φορέα. (Μονάδα 1)

Μονάδες 5