

ΣΕΙΡΑ · ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ · ΟΜΑΔΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΥΓΕΙΑΣ

ΔΩΡΕΑΝ ΔΕΙΓΜΑ

19 σελίδες από τη σειρά

Αποσπάσματα από το Τεύχος 1 — Το γενετικό υλικό (125 σελίδες)



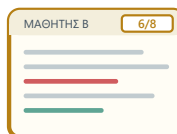
ΘΕΩΡΙΑ
6 σελίδες



ΠΑΓΙΔΕΣ
2 δείγματα



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ
+ λυμένη



ΓΡΑΠΤΑ ΜΑΘΗΤΩΝ
διορθωμένα

- **Η πλήρης σειρά:** 3 τόμοι · 7 τεύχη · 962 σελίδες · **όλη η εξεταστέα ύλη** 2026–2027
- **241 «Παγίδες Βαθμολογητή»** — τι ακριβώς κόβει μόρια, από τη ματιά διορθωτή
- **«Ο φάκελος του βαθμολογητή»** — **21 γραπτά με τα πραγματικά λάθη των μαθητών**, διορθωμένα και βαθμολογημένα
- **«Ο φάκελος του υποψηφίου»** — τι πέφτει πραγματικά, από ανάλυση **των εννέα τελευταίων διαγωνισμάτων** · **84 μύθοι** · **84 σενάρια κρίσης**
- **44 Μεθοδολογίες** · **7 κριτήρια αξιολόγησης** με αναλυτικό κλείδι

Νεκτάριος Λουκογεωργάκης

Μοριακός Βιολόγος · Καθηγητής Βιολογίας & Χημείας
nektariosloukogeorgakisone@gmail.com · +30 697 929 1674

Τι θα δεις σε αυτό το δείγμα

Δεν διάλεξα τις «εύκολες» σελίδες. Διάλεξα εκείνες που δείχνουν **πώς δουλεύει** το βοήθημα — και γιατί διαφέρει από τα υπόλοιπα.

Σελίδες	Τι περιέχουν
Ο χάρτης	Όλο το κεφάλαιο σε μία σελίδα. Κάθε τεύχος ξεκινά έτσι — για να ξέρει ο μαθητής πού βρίσκεται.
Θεωρία (6 σελίδες)	Το πείραμα του Griffith , το πείραμα των Hershey–Chase , τα νουκλεοτίδια και ο φωσφοδιεστερικός δεσμός — με πρωτότυπα διαγράμματα και το κουτί «🧬 Το πείραμα από μέσα», που εξηγεί γιατί το πείραμα αποτελεί απόδειξη.
Παγίδες (2 δείγματα)	Τα κουτιά «⚠️ Παγίδα Βαθμολογητή »: το λάθος που κάνουν οι μαθητές, δίπλα στη σωστή διατύπωση. Αποκλειστικό στοιχείο της σειράς.
Μεθοδολογία + λυμένη	Ο αλγόριθμος για τα προβλήματα ποσότητας DNA και χρωμοσωμάτων, και μια λυμένη άσκηση γραμμένη όπως πρέπει να γραφτεί στο γραπτό.
Κλείδι	Απάντηση κριτηρίου με κατανομή μορίων ανά υποερώτημα — όπως ακριβώς βαθμολογείται στις Πανελλαδικές.
Ο φάκελος του βαθμολογητή (4 σελίδες)	Το πιο πρωτότυπο κομμάτι της σειράς. Τρία γραπτά μαθητών στο ίδιο ερώτημα — διορθωμένα με κόκκινο, με σφραγίδα βαθμού και τις σημειώσεις του διορθωτή μονάδα προς μονάδα. Και μετά, «Γίνε εσύ ο βαθμολογητής».
Ο φάκελος του υποψηφίου (3 σελίδες)	Η ενότητα που δεν υπάρχει πουθενά αλλού. Τι πέφτει πραγματικά — από ανάλυση των εννέα τελευταίων διαγωνισμάτων, με μετρημένες συχνότητες · και « ο χάρτης του 20άρη »: δύο <i>άσφογα</i> γραπτά δίπλα-δίπλα, και τι ακριβώς χωρίζει το 18 από το 20.
Παράρτημα	Ο πίνακας « Οι παγίδες με μια ματιά » — η σελίδα της παραμονής.

💡 Γιατί έφτιαξα αυτή τη σειρά

Διδάσκω Βιολογία σε μαθητές Γ΄ Λυκείου εδώ και χρόνια. Το ίδιο μοτίβο επαναλαμβάνεται κάθε χρονιά: **ο μαθητής ξέρει τη Βιολογία, αλλά γράφει λιγότερα από όσα ξέρει.** Χάνει μονάδες σε διατυπώσεις, σε «γιατί» που δεν απαντήθηκαν, σε λεπτομέρειες που το κλείδι ζητά ρητά.

Κανένα βοήθημα δεν του δείχνει **πού ακριβώς** χάνει τις μονάδες. Αυτό κάνουν οι «**Παγίδες Βαθμολογητή**»: 241 συγκεκριμένα σημεία, με το **λάθος** δίπλα στο **σωστό**.

Και κάθε τεύχος κλείνει με «**Τον φάκελο του βαθμολογητή**»: κάθε άλλο βοήθημα σου δείχνει την **άριστη** απάντηση — **κανένα δεν σου δείχνει τη μέτρια.** Το πρόβλημα όμως δεν είναι ότι δεν ξέρεις πώς μοιάζει το 20· είναι ότι **δεν ξέρεις πώς μοιάζει το 14**, και έτσι δεν καταλαβαίνεις ότι το γραπτό σου είναι 14 τη στιγμή που το γράφεις.

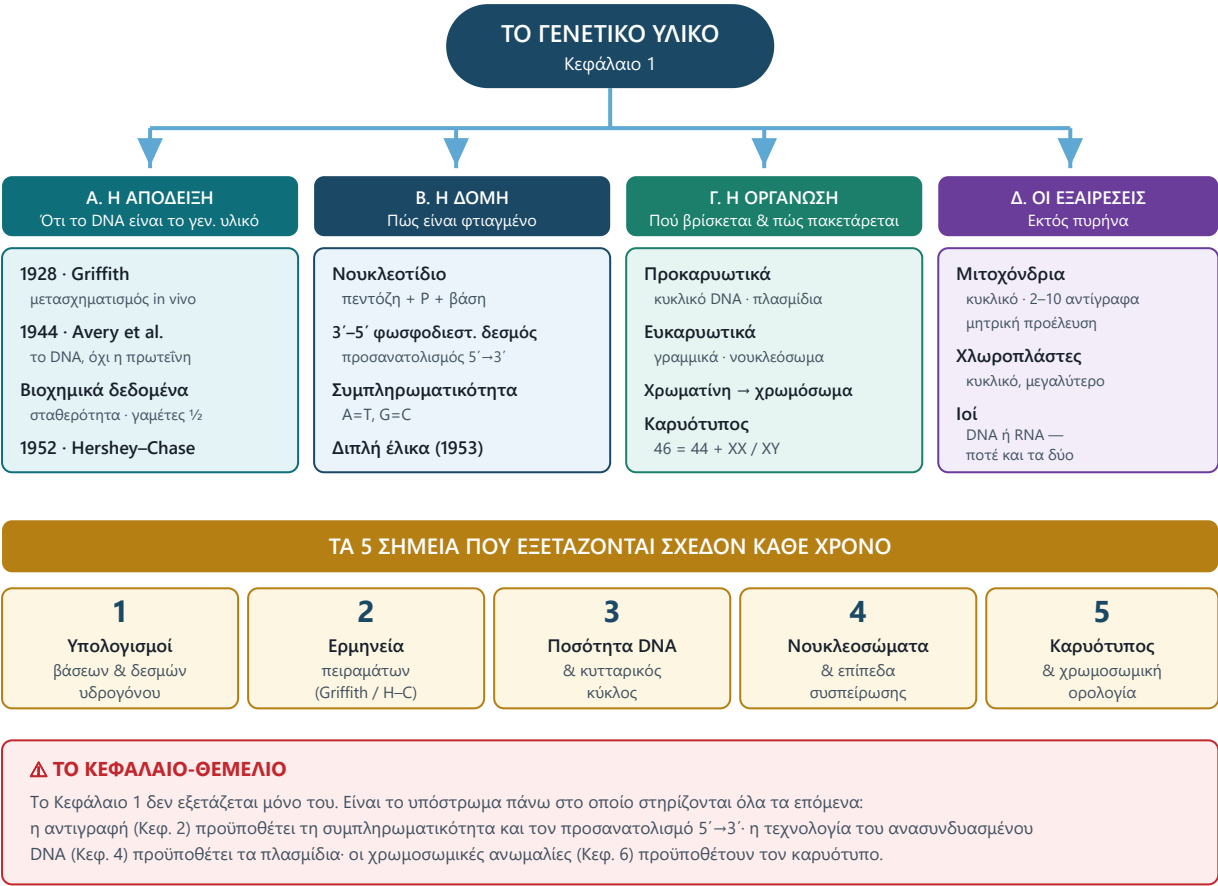
Όροι του δείγματος

Το δείγμα αυτό διατίθεται **δωρεάν** και μπορεί να **προωθηθεί ελεύθερα** σε μαθητές, γονείς και συναδέλφους. Τα πλήρη τεύχη διατίθενται μόνο με προσωπική, αμεταβίβαστη άδεια χρήσης.

Όλα τα σχήματα, τα διαγράμματα και οι ασκήσεις είναι **πρωτότυπα**. Οι επιστημονικές διατυπώσεις ευθυγραμμίζονται με το επίσημο σχολικό εγχειρίδιο του Ι.Τ.Υ.Ε. «Διόφαντος» και με την **εξεταστέα ύλη του ΥΠΑΙΘ**.

Ο χάρτης του κεφαλαίου

Όλο το Κεφάλαιο 1 σε μία σελίδα. Επιστρέψε εδώ κάθε φορά που χάνεις τη μεγάλη εικόνα.



Θεωρία

Ό,τι ορίζει η εξεταστέα ύλη — με τη διατύπωση που περιμένει το κλειδί, και με τα σχήματα που κάνουν τη διαφορά ανάμεσα στο «το ξέρω» και στο «το βλέπω».

1.1 Το DNA είναι το γενετικό υλικό

Σήμερα θεωρείται αυτονόητο. Για τους επιστήμονες του πρώτου μισού του 20ού αιώνα δεν ήταν — και μάλιστα η λογική τους έδειχνε το αντίθετο.

Το DNA εντοπίστηκε στον πυρήνα των κυττάρων ήδη από το **1869**. Ωστόσο, έως και το **1944** δεν ήταν γνωστό ότι αποτελεί το γενετικό υλικό των οργανισμών. Οι επιστήμονες πίστευαν ότι τα μόρια που μεταφέρουν τη γενετική πληροφορία είναι οι **πρωτεΐνες**, οι οποίες παρουσιάζουν **μεγαλύτερη ποικιλομορφία**, επειδή είναι αποτέλεσμα συνδυασμού είκοσι διαφορετικών αμινοξέων, ενώ το DNA είναι συνδυασμός τεσσάρων μόνο νουκλεοτιδίων.

✦ Γιατί υποψιάζονταν τις πρωτεΐνες

Το γενετικό υλικό πρέπει να κουβαλάει **τεράστια** ποσότητα πληροφορίας. Ένα «αλφάβητο» 20 γραμμάτων (αμινοξέα) φαινόταν προφανώς καταλληλότερο από ένα αλφάβητο 4 γραμμάτων (νουκλεοτίδια). Το λάθος τους ήταν ότι υποτίμησαν το **μήκος** του κειμένου: με 4 γράμματα και εκατομμύρια θέσεις, η πληροφορία είναι πρακτικά απεριόριστη.

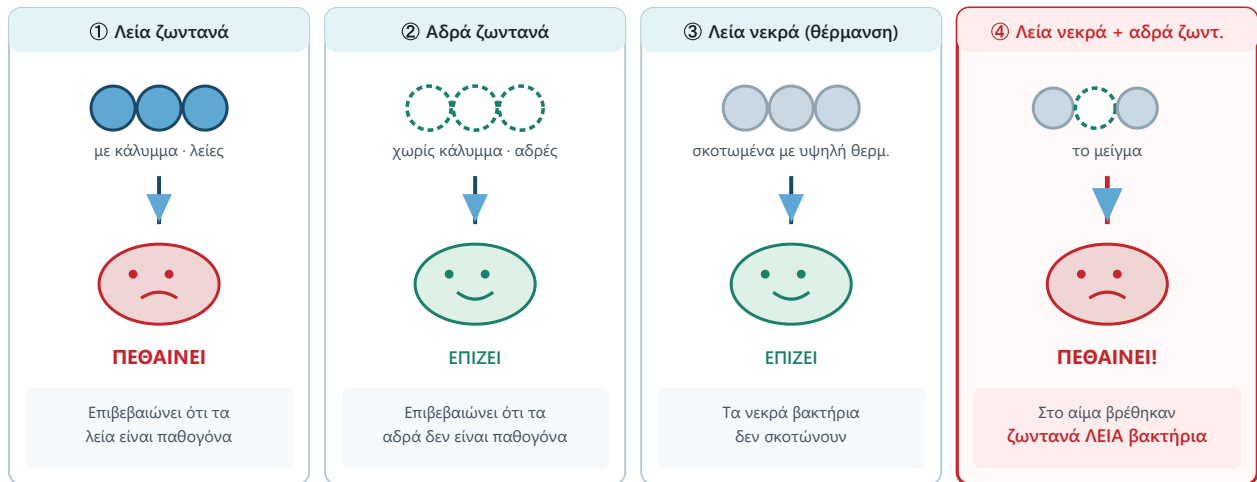
Το πείραμα του Griffith (1928) — ο «μετασχηματισμός»

Το 1928 ο **Griffith** χρησιμοποίησε δύο **στελέχη** του βακτηρίου **πνευμονιόκοκκος** (*Diplococcus pneumoniae*), τα οποία ξεχωρίζουν μορφολογικά όταν καλλιεργηθούν σε θρεπτικό υλικό, λόγω της παρουσίας ή μη ενός **προστατευτικού καλύμματος**:

- Το στέλεχος που **είχε κάλυμμα** σχημάτιζε **λείες** αποικίες και ήταν **παθογόνο** — δηλαδή σκότωνε τα ποντίκια που μόλυνε.
- Το στέλεχος που **δεν είχε κάλυμμα** σχημάτιζε **αδρές** αποικίες και **δεν ήταν παθογόνο**.

✦ Ορισμός — αποικία

Μία **αποικία** είναι ένα σύνολο από μικροοργανισμούς που έχουν προέλθει από **διαδοχικές διαιρέσεις ενός κυττάρου**, όταν αυτό αναπτύσσεται σε **στερεό** θρεπτικό υλικό. Οι αποικίες είναι ορατές **με γυμνό οφθαλμό**.



Σχήμα 1.1. Οι τέσσερις ομάδες του πειράματος Griffith. Το κρίσιμο αποτέλεσμα είναι το ④: τα νεκρά λεία βακτήρια **μετασχηματίσαν** τα ζωντανά αδρά σε παθογόνα λεία.

Ο Griffith χρησιμοποίησε υψηλή θερμοκρασία για να σκοτώσει τα λεία βακτήρια και με αυτά μόλυνε ποντικούς, οι οποίοι **παρέμεναν ζωντανοί**. Όταν όμως **ανέμειξε νεκρά λεία βακτήρια με ζωντανά αδρά** και με το μείγμα μόλυνε ποντικούς, τότε αυτοί **πέθαναν**. Στο αίμα των νεκρών ποντικών βρέθηκαν **ζωντανά λεία βακτήρια**.

Ο Griffith συμπέρανε ότι μερικά αδρά βακτήρια «**μετασχηματίστηκαν**» σε λεία παθογόνα ύστερα από αλληλεπίδραση με τα νεκρά λεία βακτήρια, αλλά **δεν μπόρεσε να δώσει ικανοποιητική απάντηση για το πώς γίνεται αυτό**.

⚠ **Παγίδα Βαθμολογητή #1 — τι ακριβώς απέδειξε ο Griffith**

Πάρα πολλοί υποψήφιοι γράφουν: «Ο Griffith απέδειξε ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό». **Λάθος — και κοστίζει ολόκληρο το ερώτημα.**

Ο Griffith απέδειξε **μόνο** ότι υπάρχει κάποιος «**ειδικός παράγοντας**» που περνά από τα νεκρά λεία στα ζωντανά αδρά και τα μετασχηματίζει. **Δεν ταυτοποίησε** τη χημική φύση αυτού του παράγοντα. Την ταυτοποίηση την έκαναν οι **Avery, MacLeod και McCarty το 1944**.

Η σωστή διατύπωση: «Ο Griffith διαπίστωσε το φαινόμενο του μετασχηματισμού, χωρίς να προσδιορίσει τη φύση του μετασχηματίζοντος παράγοντα.»

Το πείραμα των Avery, MacLeod και McCarty (1944)

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

Η λογική του πειράματος — γιατί είναι ισχυρή απόδειξη

Η δύναμη του πειράματος δεν είναι ότι «βρήκαν το DNA». Είναι ότι **απέκλεισαν όλα τα υπόλοιπα**. Αυτή είναι η λογική της *αποκλειστικής δοκιμής*: δεν αρκεί να δείξεις ότι ο υποψήφιος παράγοντας δουλεύει· πρέπει να δείξεις ότι **κανένας άλλος δεν δουλεύει**.

Πρόσεξε επίσης τη μετάβαση **in vivo** → **in vitro**. Ο Griffith δούλεψε σε ζωντανό οργανισμό (ποντίκι), όπου δεν μπορούσε να ελέγξει τι ακριβώς περνά. Οι Avery et al. μετέφεραν το ίδιο ερώτημα στο δοκιμαστικό σωλήνα, όπου **ελέγχεις κάθε συστατικό ξεχωριστά**.

In vivo / In vitro / Ιχνηθέτηση — οι τρεις όροι που ζητούνται

- Η έκφραση **in vivo** χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας βιολογικής διαδικασίας όταν αυτή πραγματοποιείται **σε έναν ζωντανό οργανισμό**.
- Η έκφραση **in vitro** χρησιμοποιείται όταν η διαδικασία πραγματοποιείται **στο δοκιμαστικό σωλήνα**.
- **Ιχνηθέτηση** είναι η σήμανση χημικών μορίων με τη χρήση ραδιενεργών ισοτόπων, φθορίζουσών ουσιών κ.τ.λ.

Παραδείγματα του βιβλίου: τυπικό **in vivo** παράδειγμα είναι η απόδειξη του ημισυντηρητικού μηχανισμού της αντιγραφής του DNA· αντίστοιχο **in vitro** είναι η ανάλυση των ενζύμων της αντιγραφής. Τυπικό παράδειγμα ιχνηθέτησης είναι η χρήση ραδιενεργού φωσφόρου ^{32}P στα νουκλεοτίδια.

Τα βιοχημικά δεδομένα της εποχής

Την ίδια εποχή υπήρχαν πολλά **βιοχημικά δεδομένα** που υποστήριζαν ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό:

- Η **ποσότητα του DNA σε κάθε οργανισμό είναι σταθερή** και δεν μεταβάλλεται από αλλαγές στο περιβάλλον. Η ποσότητα του DNA είναι επίσης **ίδια σε όλα τα είδη κυττάρων** ενός οργανισμού — όπως, στην περίπτωση του ανθρώπου, σε αυτά του σπλήνα, της καρδιάς, του ήπατος κ.τ.λ.
- Οι **γαμέτες** των ανώτερων οργανισμών, που είναι **απλοειδείς**, περιέχουν **τη μισή ποσότητα DNA** από τα σωματικά κύτταρα, που είναι **διπλοειδή**.
- Η ποσότητα του DNA είναι, **κατά κανόνα**, ανάλογη με την πολυπλοκότητα του οργανισμού. **Συνήθως**, όσο εξελικτικά ανώτερος είναι ο οργανισμός τόσο περισσότερο DNA περιέχει σε κάθε κύτταρό του.

Παγίδα Βαθμολογητή #2 — τα «κατά κανόνα» και «συνήθως»

Το τρίτο βιοχημικό δεδομένο περιέχει **δύο επιφυλάξεις**: «κατά κανόνα» και «συνήθως». Δεν είναι διακοσμητικές. Σε ερώτηση Σωστού–Λάθους, η πρόταση «Όσο εξελικτικά ανώτερος είναι ένας οργανισμός, τόσο περισσότερο DNA περιέχει σε κάθε κύτταρό του» είναι **ΛΑΘΟΣ** ως απόλυτη διατύπωση — υπάρχουν εξαιρέσεις.

Δες και τον Πίνακα 1.1: το καλαμπόκι (*Zea mays*) έχει 5×10^9 ζεύγη βάσεων, **περισσότερο** από τον άνθρωπο (3×10^9). Είναι το έτοιμο αντιπαράδειγμα — μάθε το. (Οι πίνακες του σχολικού δεν είναι εξεταστέα ύλη· το «Λάθος» όμως τεκμηριώνεται από το ίδιο το κείμενο, με το «κατά κανόνα» και το «συνήθως».)

Τα πειράματα των Hershey και Chase (1952) — η οριστική επιβεβαίωση

Η **οριστική επιβεβαίωση** ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό ήλθε το **1952** με τα κλασικά πειράματα των **Hershey και Chase**, οι οποίοι μελέτησαν τον κύκλο ζωής του **βακτηριοφάγου (φάγου) T2**.

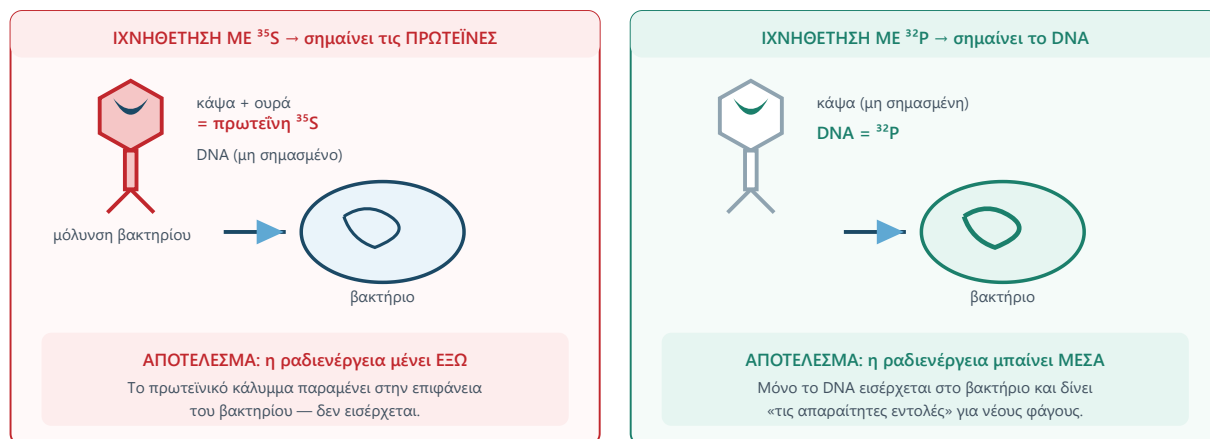
Οι ερευνητές **ιχνηθέτησαν** τους φάγους:

- με ραδιενεργό ^{35}S , που ενσωματώνεται **μόνο στις πρωτεΐνες** αλλά **όχι στο DNA**.

- με ραδιενεργό ^{32}P , που ενσωματώνεται **μόνο στο DNA** και **όχι στις πρωτεΐνες**.

Στη συνέχεια, με ραδιενεργούς φάγους μόλυναν βακτήρια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι **μόνο το DNA των φάγων εισέρχεται στα βακτηριακά κύτταρα** και είναι ικανό να «δώσει τις απαραίτητες εντολές», για να πολλαπλασιαστούν και να παραχθούν οι νέοι φάγοι.

HERSHEY & CHASE (1952) — ΔΥΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ, ΔΥΟ ΙΧΝΗΘΕΤΕΣ



Σχήμα 1.2. Η αρχή του πειράματος Hershey–Chase: δύο ισότοπα που διαχωρίζουν χημικά το DNA από τις πρωτεΐνες.

Πώς διαχωρίστηκαν τα δύο συστατικά — ανάδευση και φυγοκέντρωση

Το ερώτημα που μένει αναπάντητο από τη διατύπωση του βιβλίου είναι πρακτικό: *πώς* διαπίστωσαν οι ερευνητές ότι το DNA μπήκε και το πρωτεϊνικό κάλυμμα έμεινε έξω; Οι φάγοι προσκολλώνται στην επιφάνεια του βακτηρίου — δεν αρκεί να κοιτάξεις.

Η απάντηση είναι δύο διαδοχικά βήματα, και η λογική τους ζητείται συχνά σε ερωτήματα πειραματικού σχεδιασμού:

Βήμα	Τι κάνει	Τι θα γινόταν χωρίς αυτό
① Έντονη ανάδευση	Ξεκολλά από την επιφάνεια του βακτηρίου ό,τι έχει μείνει απ' έξω — δηλαδή τα άδεια πρωτεϊνικά καλύμματα.	Τα καλύμματα θα έμεναν κολλημένα στα βακτήρια και θα κατέληγαν μαζί τους: και τα δύο ισότοπα θα φάνονταν «μέσα».
② Φυγοκέντρωση	Διαχωρίζει κατά μάζα: τα βαριά βακτήρια καταβυθίζονται στο ίζημα , ενώ τα ελαφρά καλύμματα μένουν στο υπερκείμενο υγρό.	Τα δύο κλάσματα δεν θα χωρίζονταν· δεν θα υπήρχε τίποτε να μετρηθεί χωριστά.

Το αποτέλεσμα διαβάζεται τότε αμέσως: η ραδιενέργεια του ^{32}P βρίσκεται στο **ίζημα** (το DNA μπήκε στα βακτήρια), ενώ η ραδιενέργεια του ^{35}S βρίσκεται στο **υπερκείμενο** (οι πρωτεΐνες έμειναν έξω).

💡 Πού ανήκει αυτή η πληροφορία

Το σχολικό βιβλίο **δεν** περιγράφει την ανάδευση και τη φυγοκέντρωση· γράφει μόνο το συμπέρασμα («μόνο το DNA των φάγων εισέρχεται στα βακτηριακά κύτταρα»). Άρα **δεν αποστηθίζεται** ως περιγραφή πειράματος.

Τη χρειάζεσαι όμως για κάτι άλλο: τα ερωτήματα εφαρμογής **δίνουν** πίνακες με ποσοστά ραδιενέργειας σε ίζημα και υπερκείμενο, με ή χωρίς ανάδευση, και ζητούν **ερμηνεία**. Χωρίς να ξέρεις τι κάνει κάθε βήμα, ο πίνακας δεν λέει τίποτε. Δες τα Θέματα του Μέρους Δ' αυτού του τεύχους.

⚠️ Παγίδα Βαθμολογητή #3 — γιατί ^{35}S και ^{32}P ;

Η ερώτηση «γιατί επιλέχθηκαν αυτά τα δύο ισότοπα;» πέφτει συχνά και θέλει **χημική** αιτιολόγηση, όχι απλή αναφορά:

- Το **θείο (S)** υπάρχει σε ορισμένα αμινοξέα των πρωτεϊνών, αλλά **δεν υπάρχει καθόλου στο DNA**.
- Ο **φωσφόρος (P)** υπάρχει στη φωσφορική ομάδα κάθε νουκλεοτιδίου του DNA, αλλά **δεν υπάρχει στις πρωτεΐνες**.

Δηλαδή καθένα από τα δύο στοιχεία σημαίνει **αποκλειστικά** ένα από τα δύο μακρομόρια. Αν χρησιμοποιούσαν άνθρακα ή άζωτο, θα σημαίνονταν **και τα δύο** και το πείραμα δεν θα ξεχώριζε τίποτε.

💡 Μνημονικό για τις τέσσερις χρονολογίες

1869 – 1944 – 1952 – 1953. Θυμήσου τη λογική ακολουθία, όχι τους αριθμούς:

Το βρίσκω (1869: απομονώνεται DNA από τον πυρήνα) → **Το ταυτοποιώ** (1944: αποδεικνύεται ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό) → **Το επιβεβαιώνω** (1952: Hershey–Chase) → **Το καταλαβαίνω** (1953: η δομή της διπλής έλικας).

Ενδιάμεσα, το **1903**, αποδεικνύεται ότι τα **χρωμοσώματα** είναι φορείς του κληρονομικού υλικού — πριν ακόμη γίνει γνωστό ποιο μόριο κάνει τη δουλειά.

ΔΩΡΕΑΝ ΔΕΙΓΜΑ

1.2 Το DNA αποτελείται από νουκλεοτίδια που ενώνονται με φωσφοδιεστερικό δεσμό

Το DNA, όπως και το RNA, είναι ένα **μακρομόριο** που αποτελείται από **νουκλεοτίδια**.

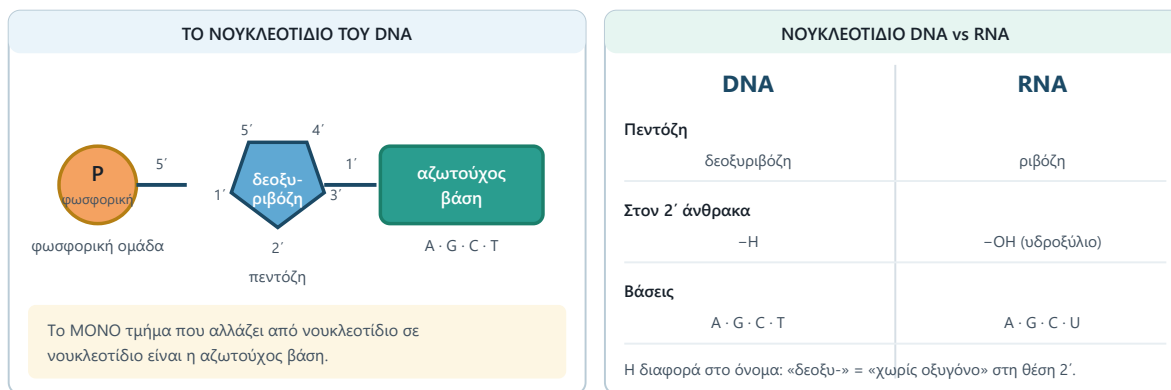
Το νουκλεοτίδιο

Κάθε νουκλεοτίδιο του DNA αποτελείται από:

- μία **πεντόζη**, τη **δεοξυριβόζη**,
- ενωμένη με μία **φωσφορική ομάδα**,
- και μία **αζωτούχο βάση**.

Στα νουκλεοτίδια του DNA η αζωτούχος βάση μπορεί να είναι μία από τις: **αδενίνη (A)**, **γουανίνη (G)**, **κυτοσίνη (C)** και **θυμίνη (T)**.

Σε κάθε νουκλεοτίδιο η **αζωτούχος βάση συνδέεται με τον 1' άνθρακα** της δεοξυριβόζης και η **φωσφορική ομάδα με τον 5' άνθρακα**.



Σχήμα 1.3. Δομή του νουκλεοτιδίου και οι διαφορές νουκλεοτιδίου DNA – RNA.

Ο 3'–5' φωσφοδιεστερικός δεσμός

Μια **πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα** σχηματίζεται από την ένωση πολλών νουκλεοτιδίων με **ομοιοπολικό δεσμό**. Ο δεσμός αυτός δημιουργείται μεταξύ:

του υδροξυλίου του 3' άνθρακα της πεντόζης του πρώτου νουκλεοτιδίου και της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου

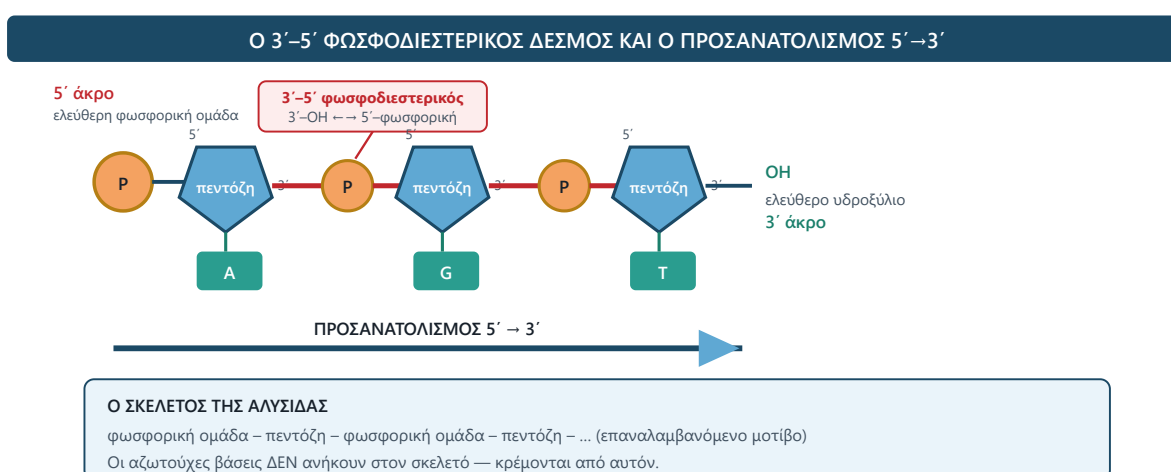
Ο δεσμός αυτός ονομάζεται **3'–5' φωσφοδιεστερικός δεσμός**

Με τον τρόπο αυτό η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα που δημιουργείται έχει έναν **σκελετό**, που αποτελείται από επανάληψη των μορίων **φωσφορική ομάδα – πεντόζη – φωσφορική ομάδα – πεντόζη**.

Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα:

- το **πρώτο** της νουκλεοτίδιο έχει **πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα** συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του·
- το **τελευταίο** νουκλεοτίδιο της έχει **ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα** της πεντόζης του.

Για τον λόγο αυτό αναφέρεται ότι ο **προσανατολισμός** της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι **5' → 3'**.



Σχήμα 1.4. Ο φωσφοδιεστερικός δεσμός ενώνει τον 3' άνθρακα του ενός νουκλεοτιδίου με τη φωσφορική ομάδα στον 5' άνθρακα του επόμενου.

τέλος της κυτταρικής διαίρεσης αποχωρίζονται πλήρως, **αποσυσπειρώνονται σταδιακά** και «μετατρέπονται» πάλι σε ινίδια χρωματίνης στον μεσοφασικό πυρήνα των νέων κυττάρων κ.ο.κ.

Παρ' όλες όμως τις μορφολογικές αυτές μεταβολές, η χημική σύσταση του γενετικού υλικού παραμένει αμετάβλητη.



Σχήμα 1.9. Χρωματίνη και χρωμόσωμα είναι η ίδια ουσία σε διαφορετικό βαθμό συσπείρωσης.

⚠ Παγίδα Βαθμολογητή #10 — πότε «διπλασιάζεται» το χρωμόσωμα

Δύο θανατηφόρα λάθη διατύπωσης:

- «Τα χρωμοσώματα διπλασιάζονται στη μίτωση.» → **ΛΑΘΟΣ**. Ο διπλασιασμός γίνεται στη **μεσόφαση** (με την αντιγραφή του DNA), **πριν** αρχίσει η διαίρεση. Στη μίτωση απλώς **διαχωρίζονται**.
- «Στη μετάφαση διπλασιάζεται ο αριθμός των χρωμοσωμάτων.» → **ΛΑΘΟΣ**. Ο **αριθμός των χρωμοσωμάτων παραμένει 46**· αυτό που έχει διπλασιαστεί είναι η **ποσότητα του DNA**, γιατί κάθε χρωμόσωμα αποτελείται πλέον από **δύο** αδελφές χρωματίδες.

Κράτα τον κανόνα: ο αριθμός των χρωμοσωμάτων καθορίζεται από τον αριθμό των **κεντρομεριδίων**, όχι από τον αριθμό των χρωματίδων.

1.7 Παρατήρηση των χρωμοσωμάτων του ανθρώπου — Καρυότυπος

Το ανθρώπινο γονιδίωμα σε ένα **απλοειδές** κύτταρο (γαμέτη) αποτελείται από περίπου 3×10^9 ζεύγη βάσεων DNA, που είναι οργανωμένα σε **23 χρωμοσώματα**.

Η τεχνική — τα πέντε βήματα

Η μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι δυνατή **μόνο σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται**. Τα κύτταρα αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από **ιστούς που διαιρούνται φυσιολογικά** είτε από **κυτταροκαλλιέργειες**, όπου γίνεται **in vitro επαγωγή της διαίρεσης** με ουσίες που έχουν **μιτογόνο δράση**.

- 1 Λαμβάνονται κύτταρα που διαιρούνται (ή επάγεται η διαίρεση με μιτογόνες ουσίες).
- 2 Επειδή σε έναν πληθυσμό διαιρούμενων κυττάρων το ποσοστό αυτών που βρίσκονται στη μετάφαση είναι μικρό, χρησιμοποιούνται **ουσίες οι οποίες σταματούν την κυτταρική διαίρεση στη φάση αυτή**.
- 3 Τα κύτταρα **επώάζονται σε υποτονικό διάλυμα**, ώστε να **σπάσει η κυτταρική τους μεμβράνη**, και τα χρωμοσώματά τους **απλώνονται σε αντικειμενοφόρο πλάκα**.
- 4 **Χρωματίζονται με ειδικές χρωστικές ουσίες** και παρατηρούνται στο μικροσκόπιο.
- 5 Τα χρωμοσώματα **ταξινομούνται σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος**. Η απεικόνιση αυτή αποτελεί τον **καρυότυπο**.

Λυμένη 1.1

υψηλή συχνότητα

Στη **μία** αλυσίδα ενός δίκλωνου μορίου DNA μετρήθηκαν **180** αδενίνες, **120** θυμίνες, **250** γουανίνες και **150** κυτοσίνες. Να υπολογίσετε (α) τη σύσταση του **ολόκληρου** μορίου σε καθεμία από τις τέσσερις βάσεις, (β) το μήκος του σε ζεύγη βάσεων και (γ) τον αριθμό των **δεσμών υδρογόνου** που το συγκρατούν.

Λύση

Πρώτο βήμα — τι ΔΕΝ ισχύει. Μέσα στη **μία** αλυσίδα οι κανόνες $A = T$ και $G = C$ **δεν ισχύουν**: εδώ $180 \neq 120$ και $250 \neq 150$. Ισχύουν **μόνο** για το δίκλωνο μόριο, γιατί προκύπτουν από τη **ζευγάρωση** των βάσεων.

Δεύτερο βήμα — η συμπληρωματική αλυσίδα. Απέναντι από κάθε A της αλυσίδας I βρίσκεται T στην II, και αντίστροφα:

Βάση	Αλυσίδα I	Αλυσίδα II	Σύνολο μορίου
A	180	120	300
T	120	180	300
G	250	150	400
C	150	250	400

Έλεγχος: στο μόριο $A = T = 300$ και $G = C = 400$ ✓ — οι κανόνες **αποκαθίστανται** μόλις προστεθούν οι δύο αλυσίδες.

(β) Κάθε αλυσίδα έχει $180 + 120 + 250 + 150 = \mathbf{700}$ νουκλεοτίδια, άρα το μόριο έχει **700 ζεύγη βάσεων** (και 1.400 βάσεις συνολικά).

(γ) Κάθε ζεύγος A–T συγκρατείται με **2** δεσμούς υδρογόνου και κάθε ζεύγος G–C με **3**:

$$\begin{aligned} \text{Ζεύγη A–T} &= 300 \cdot \text{Ζεύγη G–C} = 400 \\ \text{Δεσμοί υδρογόνου} &= 300 \times 2 + 400 \times 3 = 600 + 1.200 = \mathbf{1.800} \end{aligned}$$

Προσοχή στον αριθμό των ζευγών: τα ζεύγη A–T είναι **300**, όχι 600 — κάθε ζεύγος περιέχει μία A **και** μία T, οπότε ο αριθμός των ζευγών ισούται με τον αριθμό των A (ή των T) του μορίου, όχι με το άθροισμά τους.

Λυμένη 1.2

Δίκλωνο γραμμικό μόριο DNA έχει μήκος **3.000 ζεύγη βάσεων** και περιέχει **900 αδενίνες**. Να υπολογίσετε: (α) τον συνολικό αριθμό νουκλεοτιδίων, (β) τον αριθμό των υπόλοιπων βάσεων.

Λύση

(α) 3.000 ζεύγη βάσεων → κάθε ζεύγος περιέχει **2** νουκλεοτίδια, ένα σε κάθε αλυσίδα:

$$\text{Συνολικά νουκλεοτίδια} = 2 \times 3.000 = \mathbf{6.000}$$

(β) $A = 900 \rightarrow T = 900$ (κανόνας συμπληρωματικότητας).

$$A + T = 1.800, \text{ άρα } G + C = 6.000 - 1.800 = 4.200.$$

$$G = C \rightarrow \mathbf{G = C = 2.100}.$$

$$\text{Έλεγχος: } 900 + 900 + 2.100 + 2.100 = 6.000 \checkmark$$

Λυμένη 1.3

απαιτητική

Στη μία αλυσίδα ενός δίκλωνου μορίου DNA βρέθηκαν **300 A**, **200 T**, **400 G** και **100 C**. Να υπολογίσετε τη σύσταση της συμπληρωματικής αλυσίδας και ολόκληρου του μορίου.

Λύση

Βήμα 1 — η αλυσίδα 1. Παρατήρησε ότι $A_1 \neq T_1$ ($300 \neq 200$). Αυτό είναι απολύτως φυσιολογικό: οι ισότητες $A = T$ και $G = C$ ισχύουν για το **δίκλωνο μόριο**, όχι για κάθε αλυσίδα ξεχωριστά.

Μήκος αλυσίδας 1 = $300 + 200 + 400 + 100 = 1.000$ νουκλεοτίδια.

Βήμα 2 — η συμπληρωματική αλυσίδα 2. Απέναντι από κάθε A μπαίνει T κ.ο.κ.:

$$A_2 = T_1 = 200 \cdot T_2 = A_1 = 300 \cdot G_2 = C_1 = 100 \cdot C_2 = G_1 = 400$$

Βήμα 3 — ολόκληρο το μόριο.

$$A_{ολ} = 300 + 200 = 500 \cdot T_{ολ} = 200 + 300 = 500 \cdot G_{ολ} = 400 + 100 = 500 \cdot C_{ολ} = 100 + 400 = 500$$

Πράγματι $A_{ολ} = T_{ολ}$ και $G_{ολ} = C_{ολ}$ ✓ — ο κανόνας αποκαταστάθηκε μόλις πήραμε **και τις δύο** αλυσίδες.

Μήκος μορίου = **1.000 ζεύγη βάσεων** (2.000 νουκλεοτίδια).

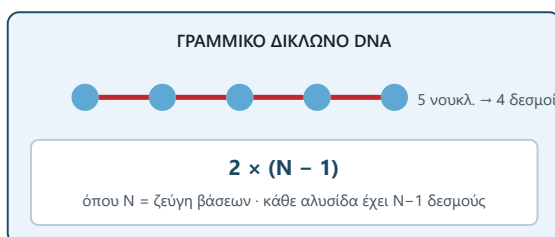
M2 Δεσμοί υδρογόνου & φωσφοδιεστερικοί δεσμοί

Ο αλγόριθμος

- 1 Διάκρινε τους δύο τύπους δεσμού.** Οι **δεσμοί υδρογόνου** είναι *ανάμεσα* στις δύο αλυσίδες (εγκάρσιοι). Οι **φωσφοδιεστερικοί** είναι *κατά μήκος* κάθε αλυσίδας (διαμήκεις).
- 2 Για τους δεσμούς υδρογόνου:** κάθε ζεύγος A–T δίνει **2**, κάθε ζεύγος G–C δίνει **3**.
- 3 Για τους φωσφοδιεστερικούς:** ρώτησε αν το μόριο είναι **γραμμικό ή κυκλικό** — αλλάζει τον τύπο.

$$\text{Δεσμοί υδρογόνου} = 2 \cdot (\text{ζεύγη A–T}) + 3 \cdot (\text{ζεύγη G–C})$$

Ισοδύναμα, με $N = \text{ζεύγη βάσεων}$: **Δεσμοί υδρογόνου** = $2N + (\text{ζεύγη G–C})$



Σχήμα 1.12. Φωσφοδιεστερικοί δεσμοί σε γραμμικό και σε κυκλικό μόριο. Η διαφορά είναι **ένας** δεσμός ανά αλυσίδα — και είναι ακριβώς εκεί που στήνεται η παγίδα.

Άσκηση 30

απαιτητική

Δίνεται ότι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ζευγών βάσεων στη διπλή έλικα είναι **0,34 nm** και ότι μία πλήρης στροφή αντιστοιχεί σε **10 ζεύγη βάσεων**.

(α) Να υπολογίσετε το συνολικό μήκος του DNA ενός ανθρώπινου **σωματικού** κυττάρου στη φάση G₁, αν εκτεινόταν σε ευθεία γραμμή. Να το εκφράσετε σε **μέτρα**.

(β) Ο πυρήνας έχει διάμετρο περίπου **6 μm**. Πόσες **φορές** πρέπει να συμπυκνωθεί το DNA για να χωρέσει;

(γ) Πόσες πλήρεις στροφές της διπλής έλικας περιέχει το DNA αυτού του κυττάρου;

(δ) Να περιγράψετε τα **διαδοχικά επίπεδα οργάνωσης** μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η συμπύκνωση αυτή.

Άσκηση 31

απαιτητική

Σε καλλιέργεια ανθρώπινων κυττάρων μετρήθηκε η ποσότητα του πυρηνικού DNA σε μεγάλο αριθμό κυττάρων. Τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν ως εξής:

Ομάδα	Ζεύγη βάσεων πυρηνικού DNA	Ποσοστό κυττάρων
A	6×10^9	58%
B	μεταξύ 6 και 12×10^9	24%
Γ	12×10^9	18%

(α) Να αντιστοιχίσετε κάθε ομάδα με στάδιο ή στάδια του κυτταρικού κύκλου, αιτιολογώντας.

(β) Για ένα κύτταρο της ομάδας **Γ** να προσδιορίσετε: τον αριθμό των χρωμοσωμάτων, των κεντρομεριδίων, των χρωματίδων και των μορίων DNA στον πυρήνα.

(γ) Σε δείγμα κυττάρων από τους **όρχεις** ενός ανθρώπου εντοπίζεται μια ομάδα κυττάρων με 3×10^9 ζεύγη βάσεων. Τι είδους κύτταρα μπορεί να είναι και πώς προέκυψαν;

(δ) Γιατί, σε αντίθεση με την ομάδα Γ, στα κύτταρα της ομάδας Α τα χρωμοσώματα **δεν** διακρίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο;

Άσκηση 32

απαιτητική

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται δεδομένα για το γενετικό υλικό τεσσάρων κυττάρων ή οργανισμών:

Δείγμα	Σχήμα μορίου	Ιστόνες	Θέση στο κύτταρο
A	κυκλικό	όχι	κυτταρόπλασμα
B	γραμμικό	ναι	πυρήνας
Γ	κυκλικό	όχι	εντός οργανιδίου
Δ	κυκλικό, μικρό	όχι	κυτταρόπλασμα βακτηρίου

(α) Να ταυτοποιήσετε κάθε δείγμα, αιτιολογώντας με βάση **και τα τρία** κριτήρια.

(β) Ποια από τα δείγματα μπορούν να συνυπάρχουν στο **ίδιο** κύτταρο; Να εξηγήσετε.

(γ) Το δείγμα Δ προσδίδει στο βακτήριο ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικό. Πώς μπορεί το χαρακτηριστικό αυτό να μεταβιβαστεί σε άλλο βακτήριο **χωρίς** να μεσολαβήσει κυτταρική διαίρεση;

(δ) Γιατί το δείγμα Β απαιτεί ιστόνες ενώ τα υπόλοιπα όχι;

Ε Θέματα Γ & Δ επαναληπτικού τύπου

Ολοκληρωμένα θέματα των **25 μονάδων** το καθένα, στη μορφή με την οποία τίθενται τα ΘΕΜΑΤΑ Γ και Δ στις Πανελλαδικές: πειραματικά δεδομένα προς ερμηνεία, πολυσταδιακοί υπολογισμοί και ερωτήματα «γιατί **δεν** προκύπτει». Η κατανομή των

Κλείδι Κριτηρίου Αξιολόγησης

Με αναλυτική κατανομή μορίων, όπως ακριβώς βαθμολογείται ένα γραπτό Πανελλαδικών. Βαθμολόγησε τον εαυτό σου **αυστηρά**: αν λείπει η αιτιολόγηση, η μονάδα χάνεται — ακόμη κι αν το αποτέλεσμα είναι σωστό.

ΘΕΜΑ Α

Μονάδες 25

Ερώτ.	Απάντ.	Μον.	Τεκμηρίωση — και πού χάνεται η μονάδα
A1	γ	5	Στο τέλος της μείωσης I κάθε χρωμόσωμα έχει ακόμη δύο χρωματίδες: 24 μόρια $\Rightarrow$ 12 χρωμοσώματα $\Rightarrow$ το κύτταρο είναι απλοειδές ($n = 12$). Ο καρυότυπος όμως αφορά τον οργανισμό, δηλαδή το διπλοειδές σωματικό κύτταρο: $2n = 24$. Η παγίδα είναι το (β): σταματά στο n .
A2	α	5	Δεσμοί H: A–U 2, T–A 2, G–C 3, C–G 3, A–U 2, T–A 2, C–G 3 $\Rightarrow$ 17 . Είδη: 4 δεοξυριβονουκλεοτίδια (A, T, G, C) + 4 ριβονουκλεοτίδια (U, A, C, G) = 8 . Το (β) μετρά μόνο τις βάσεις, όχι τα είδη νουκλεοτιδίων.
A3	α	5	Μετάφραση: 46 χρωμοσώματα $\Rightarrow$ 46 κεντρομερίδια (ένα ανά χρωμόσωμα), 92 χρωματίδες και 92 μόρια DNA — ένα ανά χρωματίδα. Τα χρωμοσώματα δεν γίνονται ποτέ 92.
A4	γ	5	Ιστόνες συνδέονται μόνο με το DNA του πυρήνα των ευκαρυωτικών. Το (α) πέφτει στο γενετικό υλικό του φάγου, που μπορεί να είναι και γραμμικό· το (δ) στο πλασμίδιο, που είναι βακτηριακό.
A5	δ	5	x ζεύγη G–C, y ζεύγη A–T: $x + y = 3.000$ και $3x + 2y = 7.800 \Rightarrow x = 1.800$. Κάθε ζεύγος G–C έχει μία κυτοσίνη $\Rightarrow$ 1.800 . Το (γ) προκύπτει αν μετρηθούν τα ζεύγη A–T.

ΘΕΜΑ Β

Μονάδες 25

B1 (μον. 6). 1–β · 2–γ · 3–α · 4–δ · 5–ε · 6–στ. Περισσεύει το **ζ** (πρωταρχικό τμήμα RNA), που ανήκει στην αντιγραφή και όχι στην ταυτοποίηση του γενετικού υλικού. (1 μονάδα ανά σωστή αντιστοίχιση)

 **Πού χάνεται εδώ μονάδα**

Το **2** (δεοξυριβονουκλεάση) μπερδεύεται με το **1**. Κράτα τη διάκριση: ο **Griffith** έδειξε **ότι** συμβαίνει μετασχηματισμός· οι **Avery et al.** έδειξαν **ποιο μόριο** τον προκαλεί, καταστρέφοντάς το επιλεκτικά. Το **3** αφορά τους **Hershey–Chase**: η ανάδευση ξεκολλά τα καλύμματα και η φυγοκέντρηση τα διαχωρίζει.

B2 (μον. 6). (1 μονάδα ο ορισμός + 1 μονάδα η διαφορά, ανά έννοια)

- α. Γονιδίωμα:** το **γενετικό υλικό ενός κυττάρου** (ορισμός του σχολικού). Ο όρος αναφέρεται συνήθως στο γενετικό υλικό που βρίσκεται στον **πυρήνα**.
- β. Πλασμίδιο:** μικρό **κυκλικό** μόριο DNA που υπάρχει σε βακτήρια, **ανεξάρτητα** από το κύριο γενετικό υλικό τους, και αντιγράφεται αυτόνομα.
- γ. Αδελφές χρωματίδες:** τα δύο πανομοιότυπα αντίγραφα ενός χρωμοσώματος, που προκύπτουν από την αντιγραφή και παραμένουν συνδεδεμένα στο **κεντρομερίδιο**.

Ο φάκελος του βαθμολογητή

Τρία γραπτά στο **ίδιο** ερώτημα. Τρεις διαφορετικοί βαθμοί. Δες με τα μάτια του διορθωτή **πού ακριβώς** κόβονται τα μόρια — και μετά βαθμολόγησε εσύ.

💡 Γιατί υπάρχει αυτό το μέρος

Κάθε βοήθημα σου δείχνει την **άριστη** απάντηση. Κανένα δεν σου δείχνει τη **μέτρια** — και εκεί ακριβώς βρίσκεται η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών.

Το πρόβλημα δεν είναι ότι δεν ξέρεις πώς μοιάζει το 20. Είναι ότι **δεν ξέρεις πώς μοιάζει το 14** — και έτσι δεν καταλαβαίνεις ότι το γραπτό σου είναι 14 τη στιγμή που το γράφεις. Νομίζεις ότι «τα έγραψες όλα».

Στις σελίδες που ακολουθούν θα δεις **πραγματικού τύπου γραπτά**, διορθωμένα με κόκκινο, με τα μόρια που αφαιρέθηκαν και **τον λόγο κάθε αφαίρεσης**. Είναι το πιο κοντινό πράγμα στο να καθίσεις δίπλα σε βαθμολογητή την ώρα που διορθώνει.

ΣΤ1 Τρία γραπτά, τρεις βαθμοί

ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΕ

Να περιγράψετε το πείραμα του **Griffith (1928)** και να εξηγήσετε **ποιο ήταν το συμπέρασμά του**.

Μονάδες 8

🔑 Το κλειδί του βαθμολογητή — πού μοιράζονται οι 8 μονάδες

Τι πρέπει να υπάρχει	Μονάδες
Δύο στελέχη του ίδιου βακτηρίου (πνευμονιόκοκκος): το ένα με προστατευτικό κάλυμμα (λείες αποικίες, παθογόνο), το άλλο χωρίς (αδρές, μη παθογόνο)	2
Τα τέσσερα πειράματα: ζωντανά λεία → θάνατος · ζωντανά αδρά → επιβίωση · θερμικά νεκρωμένα λεία → επιβίωση · νεκρά λεία + ζωντανά αδρά → θάνατος	3
Από το νεκρό ποντίκι απομονώθηκαν ζωντανά λεία βακτήρια	1
Συμπέρασμα : κάποιος « μετασχηματίζουν παράγοντας » πέρασε από τα νεκρά λεία στα ζωντανά αδρά και τα μετέτρεψε σε παθογόνα — το φαινόμενο ονομάστηκε μετασχηματισμός	2

Προσοχή στο τελευταίο κουτί: ο Griffith **ΔΕΝ ταυτοποίησε** τον παράγοντα. Δεν απέδειξε ότι είναι το DNA.

Γραπτό Α

ΜΑΘΗΤΗΣ Α

3 / 8

Ο Griffith το 1928 έκανε πειράματα με ποντίκια και δύο είδη βακτηρίων¹, τα λεία και τα αδρά. Τα λεία σκότωναν τα ποντίκια, ενώ τα αδρά όχι².

Όταν έβαλε μαζί νεκρά λεία και ζωντανά αδρά, το ποντίκι πέθανε³.

Αυτό απέδειξε ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό, γιατί πέρασε από τα νεκρά βακτήρια στα ζωντανά⁴.

Σημειώσεις βαθμολογητή

1. «δύο είδη βακτηρίων» — λάθος. Πρόκειται για **δύο στελέχη του ίδιου βακτηρίου**, του πνευμονιόκοκκου. **-0,5**
2. **Δεν αναφέρεται το κάλυμμα.** Η διαφορά των δύο στελεχών είναι η παρουσία ή όχι του **προστατευτικού καλύμματος**· χωρίς αυτό, η περιγραφή είναι ελλιπής. **-0,5**
3. **Λείπει ένα από τα τέσσερα πειράματα:** τα θερμικά νεκρωμένα λεία μόνα τους. Χωρίς αυτό **δεν αποδεικνύεται** ότι τα νεκρά λεία δεν σκοτώνουν από μόνα τους — δηλαδή ότι στο μείγμα κάτι **άλλαξε** τα ζωντανά αδρά. **-1**
4. **Λείπει η απομόνωση ζωντανών λείων** από το νεκρό ποντίκι. **-1**
5. **Λάθος συμπέρασμα.** Ο Griffith **δεν ταυτοποίησε** τον παράγοντα. Την ταυτοποίηση την έκαναν οι **Avery, MacLeod και McCarty (1944)**. **-2** (δες Παγίδα #1)

Σύνολο αφαιρέσεων: -5 · Τελικός βαθμός: 3 / 8

Γραπτό Β — το πιο διδακτικό από τα τρία

ΜΑΘΗΤΗΣ Β

6 / 8

Ο Griffith το 1928 χρησιμοποίησε δύο στελέχη του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος¹. Το ένα στέλεχος είχε πολυσακχαριτικό κάλυμμα, σχημάτιζε λείες αποικίες και ήταν παθογόνο. Το άλλο δεν είχε κάλυμμα, σχημάτιζε αδρές αποικίες και δεν ήταν παθογόνο.

Έκανε τέσσερα πειράματα σε ποντίκια: με ζωντανά λεία το ποντίκι πέθανε, με ζωντανά αδρά επέζησε, με θερμικά νεκρωμένα λεία επέζησε, και με νεκρά λεία μαζί με ζωντανά αδρά το ποντίκι πέθανε². Από το νεκρό ποντίκι απομόνωσε ζωντανά λεία βακτήρια³.

Με το πείραμα αυτό ο Griffith απέδειξε ότι το γενετικό υλικό είναι το DNA, το οποίο πέρασε από τα νεκρά λεία στα ζωντανά αδρά και τα μετέτρεψε σε παθογόνα⁴.

Σημειώσεις βαθμολογητή

1. ✓ **Στέλεχη, κάλυμμα, παθογένεια** — πλήρες. **2/2**
2. ✓ **Και τα τέσσερα πειράματα**, με σωστά αποτελέσματα. **3/3**
3. ✓ **Απομόνωση ζωντανών λείων.** **1/1**
4. **Χ Το συμπέρασμα είναι λάθος.** Η **δεύτερη μισή** πρόταση είναι σωστή (κάτι πέρασε και μετέτρεψε τα αδρά σε παθογόνα)· η **πρώτη μισή** είναι λάθος: ο Griffith **δεν γνώριζε** ποιος ήταν αυτός ο παράγοντας. Έπρεπε να γραφτεί: «**μετασχηματίζων παράγοντας**» και το φαινόμενο «**μετασχηματισμός**». **0/2**

Τελικός βαθμός: 6 / 8

⚠ Τι μας διδάσκει το Γραπτό Β — διάβασέ το δύο φορές

Ο μαθητής Β **ήξερε το μάθημα**. Περιέγραψε το πείραμα **άψογα**: στελέχη, κάλυμμα, και τα τέσσερα πειράματα, την απομόνωση. Πήρε **6 από τις 6** μονάδες της περιγραφής.

Και έχασε **2 ολόκληρες μονάδες** σε **μία φράση οκτώ λέξεων**: «απέδειξε ότι το γενετικό υλικό είναι το DNA».

Είναι το ένα τέταρτο των μονάδων του ερωτήματος. Και είναι το είδος της απώλειας που ο μαθητής **δεν καταλαβαίνει ποτέ**: βγαίνει από την εξέταση πεπεισμένος ότι «τα έγραψε όλα». Και τα έγραψε όλα — **εκτός από αυτό που ρωτούσε το δεύτερο σκέλος του ερωτήματος**.

Ο κανόνας: όταν το ερώτημα έχει **δύο ρήματα** («να περιγράψετε» και «να εξηγήσετε»), έχει και **δύο ομάδες μονάδων**. Μέτρα τα ρήματα πριν αρχίσεις να γράφεις.

Γραπτό Γ

ΜΑΘΗΤΗΣ Γ

8 / 8

Ο Griffith το 1928 χρησιμοποίησε **δύο στελέχη του βακτηρίου πνευμονιόκοκκος**, τα οποία ξεχωρίζουν μορφολογικά όταν καλλιεργηθούν σε θρεπτικό υλικό. Το ένα διέθετε **προστατευτικό πολυσακχαριτικό κάλυμμα**, σχημάτιζε **λείες** αποικίες και ήταν **παθογόνο**· το άλλο δεν διέθετε κάλυμμα, σχημάτιζε **αδρές** αποικίες και **δεν ήταν παθογόνο**.

Ένεσε σε ποντίκια: **(α)** ζωντανά λεία → το ποντίκι **πέθανε**· **(β)** ζωντανά αδρά → **επέζησε**· **(γ)** θερμικά νεκρωμένα λεία → **επέζησε**· **(δ)** θερμικά νεκρωμένα λεία μαζί με ζωντανά αδρά → το ποντίκι **πέθανε** και από αυτό απομονώθηκαν **ζωντανά λεία βακτήρια**.

Συμπέρασμα: κάποια ουσία πέρασε από τα **νεκρά λεία** στα **ζωντανά αδρά** και τα **μετέτρεψε σε παθογόνα**, ικανά μάλιστα να μεταβιβάσουν την ιδιότητα στους απογόνους τους. Ο Griffith ονόμασε το φαινόμενο **μετασχηματισμό** και την ουσία **μετασχηματίζοντα παράγοντα**, χωρίς όμως να την ταυτοποιήσει.

🔍 Σημειώσεις βαθμολογητή

- ✓ Και τα **τέσσερα** πειράματα, με σαφή αρίθμηση — ο διορθωτής βρίσκει αμέσως τι ψάχνει.
- ✓ Η φράση **«χωρίς όμως να την ταυτοποιήσει»** είναι αυτή που κερδίζει τις **2 τελευταίες μονάδες**. Είναι **έξι λέξεις**.
- ✓ Το **«ικανά να μεταβιβάσουν την ιδιότητα στους απογόνους»** δεν ζητήθηκε, αλλά **δεν αφαιρεί** μονάδες και δείχνει κατοχή.

Τελικός βαθμός: 8 / 8

💡 Η διαφορά Β → Γ, μετρημένη σε λέξεις

Τα γραπτά Β και Γ διαφέρουν κατά **μία πρόταση**. Ο Β έγραψε **«απέδειξε ότι το γενετικό υλικό είναι το DNA»**· ο Γ έγραψε **«ονόμασε το φαινόμενο μετασχηματισμό, χωρίς όμως να ταυτοποιήσει την ουσία»**.

Ίδιος χρόνος γραψίματος. Δύο μονάδες διαφορά. Αυτή είναι όλη η φιλοσοφία αυτού του βοηθήματος.

Ο φάκελος του υποψηφίου

Ό,τι δεν γράφει το σχολικό βιβλίο: **τι πέφτει πραγματικά**, τι ζητάει κάθε ρήμα της εκφώνησης, πώς στήνεται μια παγίδα, τι χωρίζει το 18 από το 20 — και τι κάνεις όταν, μέσα στην αίθουσα, κάτι πάει στραβά.

💡 Πάνω σε τι στηρίζεται αυτό το μέρος

Αναλύθηκαν **εννέα** διαγωνίσματα Πανελλαδικών Βιολογίας Προσανατολισμού — **κανονικά και επαναληπτικά, από το 2021 έως το 2026: ολόκληρη η περίοδος του ισχύοντος προγράμματος σπουδών**, δηλαδή κάθε διαγώνισμα που έχει δοθεί με την τρέχουσα εξεταστέα ύλη. Καταγράφηκαν, ένα προς ένα, **τα ρήματα των εκφωνήσεων, η κατανομή των μονάδων, τα εργαλεία που επαναλαμβάνονται και οι έννοιες που εξετάζονται**.

Ό,τι διαβάσεις εδώ **δεν είναι εντύπωση**. Είναι μέτρηση. Όπου γράφεται «7 στα 9», σημαίνει ότι εμφανίστηκε σε επτά από τα εννέα διαγωνίσματα.

Τα ποσοστά που αναφέρονται εκφράζουν το **μερίδιο κάθε κεφαλαίου στο σύνολο των εννοιών που εξετάστηκαν** στα εννέα αυτά διαγωνίσματα — **όχι** εγγυημένη κατανομή μονάδων σε μελλοντική εξέταση.

Z1 Τι πέφτει πραγματικά από το Κεφάλαιο 1

Το Κεφάλαιο 1 έχει μια ιδιομορφία που πρέπει να καταλάβεις από την αρχή, γιατί αλλάζει εντελώς τον τρόπο που το διαβάζεις:

🔴 Το παράδοξο του Κεφαλαίου 1

Σπάνια είναι το θέμα. Σχεδόν πάντα είναι το εργαλείο.

Στα εννέα διαγωνίσματα που αναλύθηκαν, **ελάχιστα** ερωτήματα αφορούσαν **αποκλειστικά** το Κεφάλαιο 1. Οι **υπολογισμοί** του όμως — μόρια DNA, χρωμοσώματα, χρωματίδες, ζεύγη βάσεων — εμφανίστηκαν σε **6 στα 9**, πάντοτε **μέσα** σε θέματα που φαινομενικά αφορούσαν άλλο κεφάλαιο.

Πρακτική συνέπεια: μη διαβάζεις το κεφάλαιο αυτό περιμένοντας «ένα θέμα στο Κεφάλαιο 1». Διάβασέ το ως **γλώσσα** που θα χρειαστείς για να λύσεις τα άλλα.

24 Ο χάρτης του 20άρη — τι χωρίζει το 18 από το 20

Στο **Μέρος ΣΤ'** είδες τι χωρίζει το 8 από το 14. Εδώ είναι το δυσκολότερο: δύο γραπτά **χωρίς κανένα λάθος** — και όμως το ένα παίρνει **6/8** και το άλλο **8/8**.

ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑ

Ένα μόριο DNA έχει μήκος 2.000 ζεύγη βάσεων. Να υπολογίσετε τον αριθμό των νουκλεοτιδίων του **8 μον.** (μον. 3) και να εξηγήσετε γιατί ο αριθμός των φωσφοδιεστερικών δεσμών **δεν** ισούται με τον αριθμό των νουκλεοτιδίων (μον. 5).

ΓΡΑΠΤΟ Α — σωστό, αλλά όχι πλήρες

6 / 8

Το μόριο έχει 2.000 ζεύγη βάσεων, άρα 4.000 νουκλεοτίδια.

Οι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί δεν είναι 4.000 γιατί σε κάθε αλυσίδα οι δεσμοί είναι ένας λιγότερος από τα νουκλεοτίδια. ¹ Άρα είναι 3.998.

Σημειώσεις βαθμολογητή — γιατί όχι 8

1. **-2 μονάδες.** Η απάντηση δηλώνει τον **κανόνα** («ένας λιγότερος») αλλά δεν εξηγεί **γιατί** ισχύει. Το ερώτημα λέει «να εξηγήσετε» — ζητά τον **μηχανισμό**, όχι τη διατύπωση του κανόνα.

ΓΡΑΠΤΟ Β — το ίδιο σωστό, πλήρως τεκμηριωμένο

8 / 8

Το μόριο είναι **δίκλωνο**, άρα 2.000 ζεύγη βάσεων αντιστοιχούν σε $2 \times 2.000 = 4.000$ νουκλεοτίδια, 2.000 σε κάθε αλυσίδα.

Ο φωσφοδιεστερικός δεσμός **ενώνει δύο διαδοχικά νουκλεοτίδια** μεταξύ τους. ¹ Επομένως σε κάθε αλυσίδα το **πρώτο νουκλεοτίδιο δεν έχει προηγούμενο** με το οποίο να συνδεθεί: σχηματίζονται $2.000 - 1 = 1.999$ δεσμοί. ² Για τις δύο αλυσίδες: $2 \times 1.999 = 3.998$.

Αν το μόριο ήταν κυκλικό, δεν θα υπήρχαν ελεύθερα άκρα και οι δεσμοί θα ήταν 4.000. ³

Τι έκανε παραπάνω το Γραπτό Β

1. Έδωσε τον **μηχανισμό**: ο δεσμός **ενώνει δύο** νουκλεοτίδια. Από εκεί προκύπτει το «-1» **αναγκαστικά**, αντί να δηλωθεί ως κανόνας που απομνημονεύτηκε.
2. **Ονόμασε την αιτία**: «το πρώτο νουκλεοτίδιο δεν έχει προηγούμενο». Αυτή η φράση είναι η απάντηση στο «γιατί».
3. Πρόσθεσε το **κυκλικό** ως αντιπαράδειγμα. Δεν ζητήθηκε — αλλά **αποδεικνύει** ότι ο μαθητής κατάλαβε τη λογική των άκρων και όχι έναν τύπο.

⚠ Ο κανόνας που βγάζει το 20

Το 18 δηλώνει τον κανόνα. Το 20 δείχνει από πού προκύπτει ο κανόνας.

Σε κάθε ερώτημα που λέει «να εξηγήσετε» ή «να αιτιολογήσετε», η απάντησή σου πρέπει να περιέχει μια πρόταση που **δεν αντιγράφεται** από το βιβλίο — μια πρόταση που **συνδέει** δύο πράγματα. Ψάξε τη λέξη «**επειδή**» στο γραπτό σου: αν δεν υπάρχει πουθενά, δεν έχεις αιτιολογήσει.

#	Ο μύθος	Τι λέει πραγματικά το βιβλίο
1	«Ο Griffith ανακάλυψε ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό.»	Ο Griffith διαπίστωσε το φαινόμενο του μετασχηματισμού, χωρίς να προσδιορίσει τη φύση του παράγοντα. Την ταυτοποίηση την έκαναν οι Avery, MacLeod και McCarty το 1944.
2	«Οι Watson και Crick ανακάλυψαν τη διπλή έλικα.»	Η ανακάλυψη ήταν αποτέλεσμα δύο ομάδων : Wilkins–Franklin και Watson–Crick. Οι Watson και Crick διατύπωσαν το μοντέλο , στηριζόμενοι στο σύνολο των αποτελεσμάτων.
3	«Όλα τα βακτήρια έχουν πλασμίδια.»	«Σε πολλά βακτήρια». Τα πλασμίδια δεν είναι απαραίτητα για την επιβίωση και αποτελούν το 1–2 % του βακτηριακού DNA.
4	«Το νουκλεόσωμα έχει 146 νουκλεοτίδια.»	«Το νουκλεόσωμα αποτελείται από DNA μήκους 146 ζευγών βάσεων » — δηλαδή 292 νουκλεοτίδια. Η επαναλαμβανόμενη μονάδα της χρωματίνης (τυλιγμένο + συνδετικό DNA) δεν αναφέρεται στο σχολικό· όταν χρειάζεται σε άσκηση, δίνεται πάντα στην εκφώνηση .
5	«Στη μετάφαση τα χρωμοσώματα διπλασιάζονται.»	Ο διπλασιασμός γίνεται στη μεσόφαση (φάση S). Στη μετάφαση κάθε χρωμόσωμα έχει δύο χρωματίδες , αλλά ο αριθμός των χρωμοσωμάτων παραμένει ίδιος — τον ορίζουν τα κεντρομερίδια .
6	«Ο άνθρωπος έχει 46 χρωμοσώματα.»	Ισχύει για τα σωματικά κύτταρα. Οι γαμέτες έχουν 23 . Η πρόταση χωρίς τον προσδιορισμό είναι ελλιπής .
7	«Οι δύο αλυσίδες του DNA είναι ίδιες.»	Είναι συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες — όχι ίδιες. «Πανομοιότυπα» είναι τα δύο θυγατρικά μόρια μετά την αντιγραφή.
8	«Όσο ανώτερος ο οργανισμός, τόσο περισσότερο DNA.»	Ισχύει «κατά κανόνα» . Αντιπαράδειγμα από τον ίδιο τον πίνακα του βιβλίου: το καλαμπόκι έχει περισσότερο DNA από τον άνθρωπο.
9	«Τα μιτοχόνδρια είναι αυτόνομα, έχουν δικό τους DNA.»	Ημιαυτόνομα . Οι περισσότερες πρωτεΐνες τους κωδικοποιούνται από πυρηνικά γονίδια.
10	«Οι ιοί έχουν DNA και RNA.»	Κάθε ιός έχει ένα μόνο είδος νουκλεϊκού οξέος — DNA ή RNA, ποτέ και τα δύο ως γενετικό υλικό.
11	«Το γονιδίωμα είναι το DNA του πυρήνα.»	Γονιδίωμα είναι όλο το γενετικό υλικό του κυττάρου — πυρήνας, μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες . «Το σύνολο του γενετικού υλικού ενός κυττάρου. Συνήθως αναφέρεται στο γενετικό υλικό του πυρήνα. »
12	«Τα χρωμοσώματα φαίνονται μόνο με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.»	Τα μεταφασικά χρωμοσώματα είναι ευδιάκριτα στο οπτικό μικροσκόπιο. Στο ηλεκτρονικό παρατηρούνται τα νουκλεοσώματα («κομπολίοι από χάντρες»).

Z8 Οι γέφυρες — πού συνδέεται το Κεφάλαιο 1 με τα υπόλοιπα

Τα ΘΕΜΑΤΑ Γ και Δ είναι **σχεδόν πάντα συνδυαστικά**. Οι παρακάτω «γέφυρες» είναι οι διαδρομές μέσα από τις οποίες το Κεφάλαιο 1 εμφανίζεται σε θέματα άλλων κεφαλαίων.

Οι παγίδες-κλειδιά με μια ματιά

Οι παγίδες του κορμού του τεύχους, συγκεντρωμένες. Όσες προκύπτουν μέσα στα Θέματα υψηλής δυσκολίας επισημαίνονται εκεί, δίπλα στη λύση τους.

Η σελίδα της παραμονής. Αν διαβάσεις μόνο ένα πράγμα πριν το εξεταστικό κέντρο, διάβασε αυτό.

ΔΩΡΕΑΝ ΔΕΙΓΜΑ

Το δείγμα τελείωσε εδώ

Είδες 19 από τις 125 σελίδες του Τεύχους 1. Η πλήρης σειρά έχει **επτά τεύχη**, που διατίθενται σε **τρεις τόμους**, και καλύπτει **ολόκληρη** την εξεταστέα ύλη.

Τεύχος	Περιεχόμενο	Σελίδες	Παγίδες
ΤΟΜΟΣ Α΄ · Μοριακή Βιολογία — 434 σελίδες · το 50 % της εξέτασης			
1	Το γενετικό υλικό (Β΄ Κεφ. 1) Griffith · Hershey–Chase · δομή DNA · χρωματίνη · πλασμίδια	125	33
2	Αντιγραφή, έκφραση και ρύθμιση (Β΄ Κεφ. 2) Αντιγραφή · μεταγραφή · ωρίμανση · μετάφραση · οπερόνιο · πλήρης γενετικός κώδικας	162	37
3	Τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA (Β΄ Κεφ. 4) Περιοριστικές ενδονουκλεάσες · πλασμίδια · cDNA · PCR · βιβλιοθήκες	143	35
ΤΟΜΟΣ Β΄ · Γενετική — 308 σελίδες · το 25 % της εξέτασης			
4	Μενδελική κληρονομικότητα (Β΄ Κεφ. 5) Διασταυρώσεις · γενεαλογικά δέντρα · φυλοσύνδετα · πολλαπλά αλληλόμορφα	152	33
5	Μεταλλάξεις (Β΄ Κεφ. 6) Γονιδιακές · χρωμοσωμικές · δρεπανοκυτταρική · θαλασσαιμίες · σύνδρομο Down	152	35
ΤΟΜΟΣ Γ΄ · Βιοτεχνολογία & Κύτταρο — 232 σελίδες · το 25 % της εξέτασης			
6	Βιοτεχνολογία και εφαρμογές (Β΄ Κεφ. 7, 8, 9) Βιοαντιδραστήρας · μονοκλωνικά · εμβόλια · γονιδιακή θεραπεία · διαγονιδιακά · κλωνοποίηση	118	36
7	Πρωτεΐνες, Κύτταρο, Ένζυμα, Κυτταρική διαίρεση (Τεύχος Α΄) Επίπεδα πρωτεΐνης · πυρήνας · ριβοσώματα · ένζυμα · μίτωση · μείωση	110	32
Σύνολο	Ολόκληρη η εξεταστέα ύλη Βιολογίας Προσανατολισμού 2026–2027	962	241

Τι περιέχει κάθε τεύχος

Η ΔΟΜΗ ΚΑΘΕ ΤΕΥΧΟΥΣ — ΕΠΤΑ ΜΕΡΗ						
ΜΕΡΟΣ Α΄ Θεωρία με πρωτότυπα σχήματα και τις παγίδες	ΜΕΡΟΣ Β΄ 6 μεθοδολογίες + 10–13 λυμένες ασκήσεις	ΜΕΡΟΣ Γ΄ 32–45 άλυτες + 15–19 ΘΕΜΑΤΑ των 25 μονάδων	ΜΕΡΟΣ Δ΄ Κριτήριο αξιολόγησης 100 μονάδων	ΜΕΡΟΣ Ε΄ Πλήρεις λύσεις + κλειδί με κατανομή μορίων	ΜΕΡΟΣ ΣΤ΄ Ο φάκελος του βαθμολογητή 3 γραπτά μαθητών	ΜΕΡΟΣ Ζ΄ Ο φάκελος του υποψηφίου τι πέφτει πραγματικά
Και σε κάθε τεύχος: χάρτης κεφαλαίου σε μία σελίδα · σύνοψη · γλωσσάρι με τη διατύπωση του σχολικού · checklist παραμονής · πίνακας παγίδων με μια ματιά · στρατηγική των 90 λεπτών · και ΘΕΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ — ένα σκαλί πάνω από τις Πανελλαδικές.						

Πώς θα το αποκτήσεις

Επιλογή	Τι περιλαμβάνει
Τόμος Α΄ — Μοριακή Βιολογία Τεύχη 1-2-3 · 434 σελίδες	Το 50 % της εξέτασης — γενετικό υλικό · αντιγραφή & έκφραση · τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA
Τόμος Β΄ — Γενετική Τεύχη 4-5 · 308 σελίδες	Το 25 % της εξέτασης — μενδελική κληρονομικότητα · μεταλλάξεις
Τόμος Γ΄ — Βιοτεχνολογία & Κύτταρο Τεύχη 6-7 · 232 σελίδες	Το 25 % της εξέτασης — βιοτεχνολογία · πρωτεΐνες, κύτταρο, ένζυμα, κυτταρική διαίρεση
Πλήρης σειρά — και οι 3 τόμοι όλη η εξεταστέα ύλη	962 σελίδες · δωρεάν ενημερώσεις σε τυχόν αλλαγές της ύλης

Τιμές κατόπιν επικοινωνίας. Κάθε αντίτυπο εκδίδεται ονομαστικά στον αγοραστή.

**Για φροντιστήρια και ομαδικές παραγγελίες**

Για **ομαδική προμήθεια** (τμήματα, φροντιστήρια, σύλλογοι γονέων) υπάρχουν ειδικοί όροι, με άδεια χρήσης για **πολλαπλούς μαθητές**. Επικοινωνήστε απευθείας.

Επικοινωνία & παραγγελία



EMAIL
nektariosloukogeorgakisone@gmail.com
Απάντηση εντός 24 ωρών



ΤΗΛΕΦΩΝΟ
+30 697 929 1674
Τηλέφωνο ή μήνυμα (Viber / WhatsApp)



ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
Μαθήματα **δια ζώσης** και **online**
Βιολογία & Χημεία, όλα τα επίπεδα

**Μια τελευταία σκέψη — και είναι η πιο σημαντική**

Ένα βοήθημα **δεν διαβάζεται. Δουλεύεται.** Οι μαθητές που ανεβάζουν βαθμό δεν είναι αυτοί που διάβασαν περισσότερες σελίδες — είναι αυτοί που **έγραψαν** περισσότερες.

Γι' αυτό κάθε τεύχος έχει **άλυτες ασκήσεις, κριτήριο αξιολόγησης και κλείδι με κατανομή μορίων**: για να μπορεί ο μαθητής να **βαθμολογήσει μόνος του** το γραπτό του, όπως ακριβώς θα το βαθμολογήσει ο διορθωτής.

241 λόγοι να μη χάσεις μονάδες

Η Βιολογία Προσανατολισμού **δεν βαθμολογεί την κατανόηση** — βαθμολογεί **αυτό που γράφτηκε**. Αυτή η σειρά είναι φτιαγμένη για να σου δείχνει, σημείο προς σημείο, **πού χάνονται οι μονάδες**.

7	241	44	962
ΤΕΥΧΗ	ΠΑΓΙΔΕΣ	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ	ΣΕΛΙΔΕΣ

- ▶ **Πλήρης κάλυψη** της εξεταστέας ύλης 2026–2027, όπως ορίζεται από το ΥΠΑΙΘ
- ▶ **Πρωτότυπα διαγράμματα** σε κάθε ενότητα, σχεδιασμένα για τη σειρά
- ▶ **Κριτήρια αξιολόγησης** 100 μονάδων, με κλείδι σε κατανομή μισής μονάδας
- ▶ **Γραμμένο από ενεργό καθηγητή** — από τη ματιά του διορθωτή, όχι του εκδότη

Νεκτάριος Λουκογεωργάκης

Μοριακός Βιολόγος · Καθηγητής Βιολογίας & Χημείας
MSc Πρωτεϊνικής Βιοτεχνολογίας, Παν. Κρήτης · Ηράκλειο Κρήτης
nektariosloukogeorgakisone@gmail.com · +30 697 929 1674