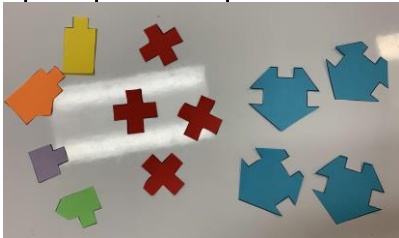


## Δραστηριότητα Ανακάλυψης DNA<sup>1</sup> Προετοιμασία Εκπαιδευτικών

### Οδηγίες για τους Εκπαιδευτικούς:

- Εκτυπώστε τις τρεις σελίδες «Στοιχεία DNA», καθεμία σε διαφορετικό χρώμα για ευκολότερη παρατήρηση και διαχωρισμό.
- Τοποθετήστε σε διαφορετικά σημεία της αίθουσας ή αναρτήστε ομάδες με τα τρία «Στοιχεία DNA». Θα μπορούσατε να τοποθετήσετε τα σχετικά έγγραφα μέσα σε προστατευτικές διαφάνειες, ώστε να μην καταστρέφονται ή χάνονται.
- Δώστε σε κάθε ομάδα μαθητών (των 2 ή 3) ένα σετ αρχείων από τα ακόλουθα (όλα τα προτεινόμενα χρώματα για χαρτί εκτύπωσης είναι απλώς προτάσεις. Αυτά μπορούν να προσαρμοστούν με βάση τις ανάγκες και τα υλικά σας. Εάν δεν έχετε διαθέσιμα σχετικά πολύχρωμα χαρτιά, τότε εκτυπώστε τα σε λευκό και οι μαθητές μπορούν να τα χρωματίσουν):
  - 4 σάκχαρα δεοξυριβόζης (θα βρείτε σχετικό πρότυπο στο τέλος, εκτυπώνει 12 ανά σελίδα - εκτύπωση σε μπλε χαρτί)
  - 4 φωσφορικά άλατα (θα βρείτε σχετικό πρότυπο στο τέλος, εκτυπώνει 16 ανά σελίδα - εκτύπωση σε κόκκινο ή ροζ χαρτί)
  - 1 αδενίνη (θα βρείτε σχετικό πρότυπο στο τέλος, εκτυπώνει 16 ανά σελίδα - εκτύπωση σε κίτρινο χαρτί)
  - 1 θυμίνη (θα βρείτε σχετικό πρότυπο στο τέλος, εκτυπώνει 16 ανά σελίδα - εκτύπωση σε πράσινο χαρτί)
  - 1 γουανίνη (θα βρείτε σχετικό πρότυπο στο τέλος, εκτυπώνει 16 ανά σελίδα - εκτύπωση σε πορτοκαλί χαρτί)
  - 1 κυτοσίνη (θα βρείτε σχετικό πρότυπο στο τέλος, εκτυπώνει 16 ανά σελίδα - εκτύπωση σε μωβ χαρτί)

### Περιεχόμενα σετ αρχείων



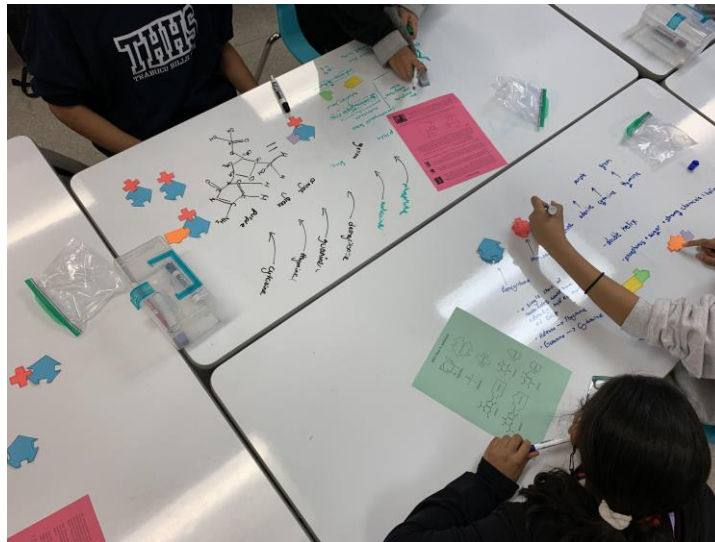
### Κανόνες για μαθητές:

- Οι μαθητές θα εργαστούν σε ομάδες (το πολύ τρεις).
- Οι ομάδες μπορούν να έχουν μόνο ΕΝΑ στοιχείο στο χώρο εργασίας τους κάθε φορά.
- Οι μαθητές μπορούν να παρουσιάσουν το μοντέλο τους στον δάσκαλο μόνο αφού έχουν δει και τα τρία στοιχεία.




<sup>1</sup> Η δραστηριότητα “Discovering the structure of DNA”, προέρχεται από τα Indiana State Biology Standards, του 2003. Η τελική της μορφή καθώς και οι οδηγίες του εκπαιδευτικού προέρχονται από την Emily Louise. Η μετάφραση / απόδοση στην ελληνική γλώσσα έγινε από τον Παναγιώτη Κ. Στασινάκης, Επαιδευτικό – Βιολόγο, ΥΕΚΦΕ Αμπελοκήπων (09/03/2022).

- Οι μαθητές μπορούν να κρατούν σημειώσεις, αλλά δεν τους επιτρέπεται να βγάλουν φωτογραφίες των στοιχείων (οι συσκευές πρέπει να παραμείνουν εκτός αίθουσας!!)
- Οι μαθητές μπορούν να επιστρέψουν και να μελετήσουν οποιοδήποτε από τα στοιχεία ανά πάσα στιγμή, αρκεί να έχουν μόνο ένα στοιχείο στο τραπέζι τους κάθε φορά.
- Ο ρόλος του δασκάλου είναι να περιηγείται και να ελέγχει τα μοντέλα των μαθητών όταν πιστεύουν ότι τα έχουν κατασκευάσει σωστά και να τους παρέχει καθοδηγούμενη βοήθεια παραπέμποντάς τους σε συγκεκριμένα μέρη των στοιχείων. Όταν το καταφέρουν σωστά, ζητήστε τους να σχεδιάσουν και να τοποθετήσουν ετικέτες στα μέρη.

*Φωτογραφία μαθητών που εργάζονται ενεργά και κρατούν σημειώσεις με βάση τα στοιχεία:*

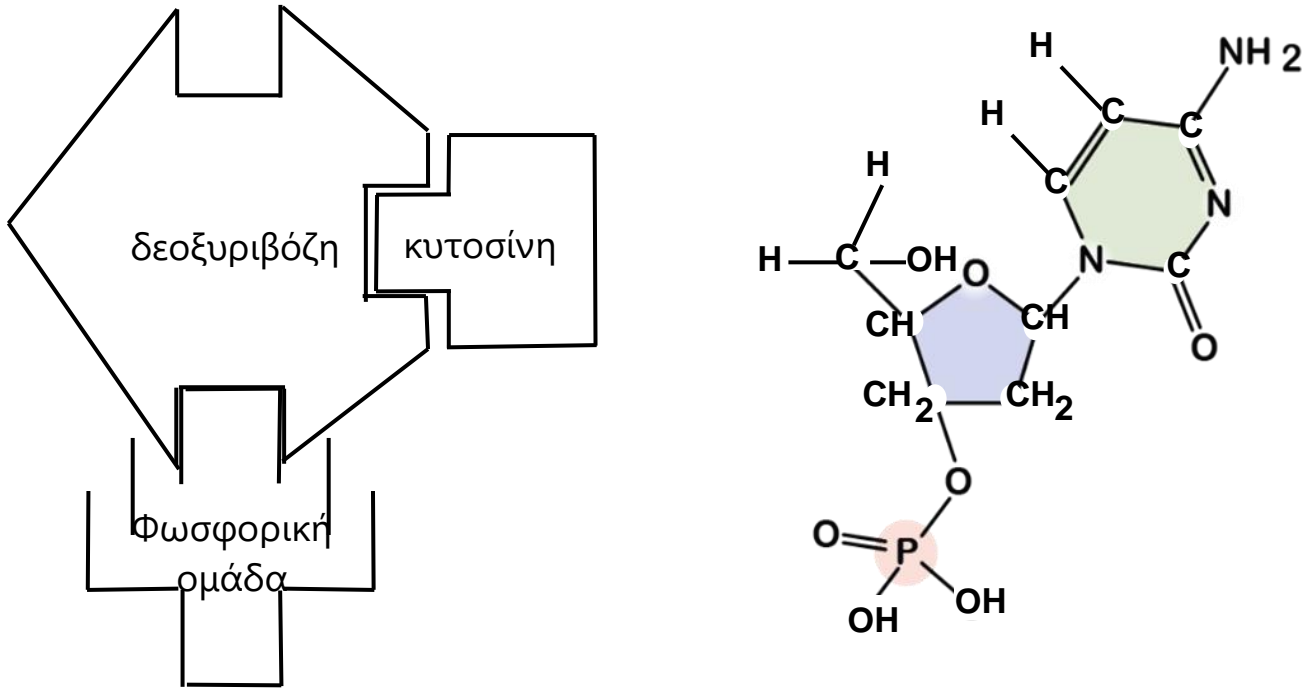


### Στοιχείο DNA 1

- 1 1868 - Ο Ελβετός βιοχημικός Friedrich Miescher ανακαλύπτει πως όταν η πεψίνη (ένα ένζυμο που διασπά τις πρωτεΐνες) προστίθεται στα χρωμοσώματα, ανιχνεύονται άτομα άνθρακα, υδρογόνου, οξυγόνου και άζωτο (CHON). Είναι γνωστό πως τα άτομα αυτά περιέχονται στις πρωτεΐνες. Ο Miescher ανιχνεύει επίσης άτομα φωσφόρου (P). Επειδή τα άτομα φωσφόρου δεν έχουν βρεθεί ποτέ σε μόρια πρωτεΐνης, ο Miescher υποπεύεται ότι πρέπει να υπάρχει και άλλος τύπος μορίου στα χρωμοσώματα εκτός από την πρωτεΐνη. Ο Miescher ονομάζει το νέο μόριο *νουκλεΐνη*. 
- 2 Δεκαετία 1880 - Ο Γερμανός βιολόγος Walther Flemming διεξάγει μελέτες για τη συμπεριφορά των χρωμοσωμάτων. Η εργασία του Flemming δείχνει ότι ένα νέο άτομο ξεκινά με την ένωση σπερματοζωαρίων και ωαρίων, τα οποία περιέχουν χρωμοσώματα και συχνά λίγα άλλα. Η δουλειά του δείχνει ότι τα χρωμοσώματα μεταφέρουν το γενετικό υλικό. 
- 3 Αρχές του 1900 - Ο Γερμανός χημικός Robert Feulgen ανακαλύπτει ότι όλα τα σωματικά κύτταρα οποιουδήποτε συγκεκριμένου οργανισμού περιέχουν ακριβώς την ίδια ποσότητα νουκλεΐνης από κύτταρο σε κύτταρο - αλλά η ποσότητα πρωτεΐνης ποικίλλει. Ο Feulgen διαπιστώνει επίσης ότι τα κύτταρα ωαρίων και σπερματοζωαρίων περιέχουν ακριβώς τη μισή ποσότητα νουκλεΐνης που υπάρχει σε άλλα κύτταρα του σώματος, αλλά δεν ισχύει απαραίτητα το ίδιο και για την ποσότητα πρωτεΐνης. 
- 4 Δεκαετία 1900 - Οι βιοχημικοί προσδιορίζουν ότι η νουκλεΐνη αποτελείται από το συνδυασμό τριών διαφορετικών ειδών χημικών ουσιών:
  - ένα σάκχαρο με πέντε άνθρακα, που ονομάζεται δεοξυριβόζη,
  - μια φωσφορική ομάδα, που περιέχει ένα άτομο φωσφόρου, το οποίο περιβάλλεται από τέσσερα άτομα οξυγόνου και δύο άτομα υδρογόνου,
  - δακτυλιοειδή μόρια που περιέχουν δύο άτομα αζώτου σε κάθε δακτύλιο και ονομάζονται αζωτούχες βάσεις.

Τέσσερα διαφορετικά είδη αζωτούχων βάσεων είχαν βρεθεί: *αδενίνη*, *θυμίνη*, *κυτοσίνη* και *γουανίνη*. Επιπλέον, καθορίζεται ότι κάθε βάση εμφανίζεται πάντα σε συνδυασμό με μία φωσφορική ομάδα και ένα μόριο σακχάρου δεοξυριβόζης. Αυτός ο συνδυασμός ονομάζεται *νουκλεοτίδιο*. Η νουκλεΐνη μετονομάζεται σε δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA). Έτσι, το DNA αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά είδη νουκλεοτιδίων - ένα με καθμία από τις τέσσερις αζωτούχες βάσεις.

Δύο αναπαραστάσεις του νουκλεοτιδίου που περιέχει κυτοσίνη φαίνονται στο Σχήμα 1.



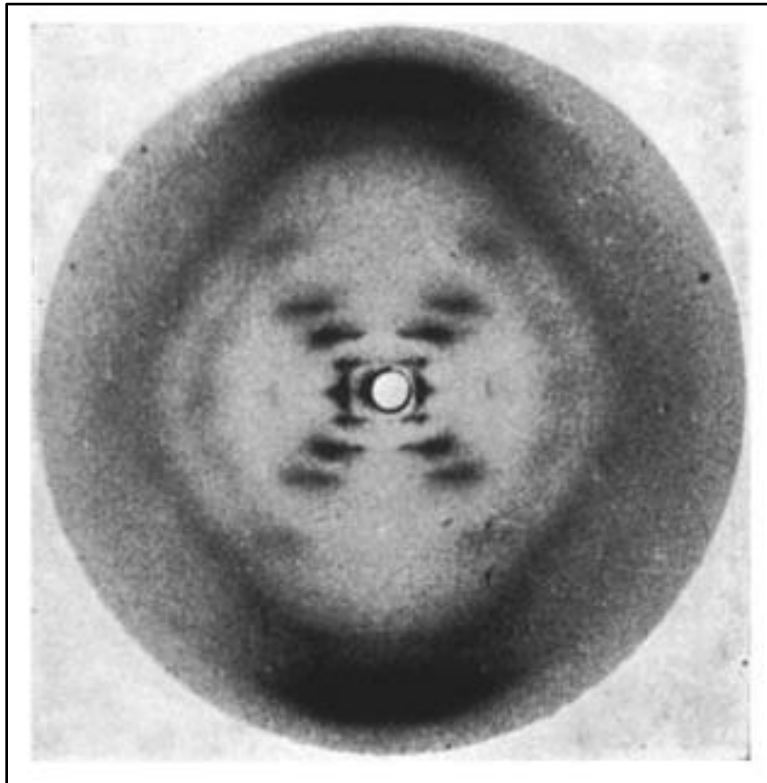
Σχήμα 1. Νουκλεοτίδιο με Κυτοσίνη

- 5 Τέλη δεκαετίας του 1940 - Άγγλοι βιοφυσικοί ανακαλύπτουν ότι το DNA κρυσταλλώνεται, όταν αφαιρείται το νερό. Αυτό υποδηλώνει ότι τα άτομα στο DNA πρέπει να είναι διατεταγμένα με πολύ τακτοποιημένο τρόπο, ίσως με πολλές επαναλήψεις σε ένα απλό σχέδιο.
- 6 1952 - Οι Αμερικανοί επιστήμονες Alfred Hershey και Martha Chase γνωρίζουν ότι οι ιοί μπορούν να επιτεθούν και να εγχύσουν βακτηριακά κύτταρα με γενετικές πληροφορίες ιών. Οι Hershey και Chase αναπτύσσουν ιούς με ραδιενεργό φώσφορο στα μόρια DNA τους και ραδιενεργό θείο στα πρωτεϊνικά τους μόρια. Όταν αυτοί οι ιοί επιτεθούν και μοιούνται τα βακτήρια, εγχύουν τις γενετικές τους πληροφορίες και μόνο ραδιενεργός φώσφορος εντοπίζεται μέσα στα βακτήρια.



## Στοιχείο DNA 2

- 1 1952 - Η Rosalind Franklin και ο Maurice Wilkins από το Kings College του Λονδίνου, λαμβάνουν φωτογραφίες περίθλασης ακτίνων Χ του μορίου του DNA. Η ΄Φωτογραφία 51 της Franklin παρέχει μια σημαντική ένδειξη για τη δομή της διπλής έλικας του DNA [φαίνεται παρακάτω].



*Η περίθλαση ακτίνων Χ περιλαμβάνει τη διέλευση των ακτίνων Χ μέσω κρυστάλλων DNA και την καταγραφή των τρόπων με τους οποίους εκτρέπονται οι ακτίνες Χ. Η παραπάνω φωτογραφία που, ΄Φωτογραφία 51΄, ελήφθη από τον Raymond Gosling, έναν μεταπτυχιακό φοιτητή που εργαζόταν υπό την καθοδήγηση της Rosalind Franklin. Η ελικοειδής μορφή του DNA υποδεικνύεται από το εγκάρσιο σχέδιο εντός της φωτογραφίας.*

- 2 Τα στοιχεία υποδεικνύουν πως η έλικα περιέχει κλώνους / αλυσίδες φωσφορικών ομάδων και μόρια σακχάρου, τα οποία συνδέονται με σχετικά ισχυρούς χημικούς δεσμούς
- 3 Οι James Watson και Francis Crick υπολογίζουν πως μια μονή αλυσίδα νουκλεοτιδίων θα έχει πυκνότητα μόνο τη μισή σε σχέση με τη γνωστή πυκνότητα του DNA.



## Στοιχείο DNA 3

- 1 Δεκαετία 1940 - Ο Αυστριακός βιοχημικός Erwin Chargaff λαμβάνει πειραματικά τις πληροφορίες που εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα. Οι επιπτώσεις των δεδομένων γίνονται σιγά-σιγά σαφείς στους Watson και Crick το καλοκαίρι του 1952.

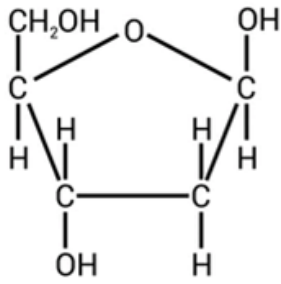


## Αναλογίες (Ποσοστά) Αδενίνης, Θυμίνης, Γουανίνης, Κυτοσίνης που βρέθηκαν σε μόρια DNA

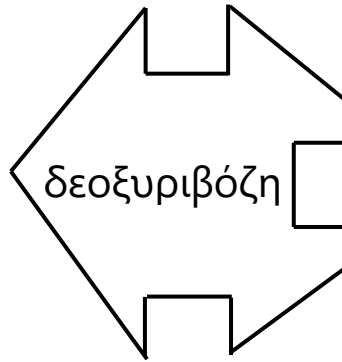
Ιστός και Οργανισμός	Αδενίνη	Θυμίνη	Γουανίνη	Κυτοσίνη
<b>Κύτταρα Θύμου Αδένα</b>				
Άνθρωπος	30.9	29.4	19.9	19.8
Πρόβατο	29.3	28.3	21.4	21.0
Χοίρος	30.9	29.4	19.9	19.8
<b>Κύτταρα Σπλήνα</b>				
Άνθρωπος	29.2	29.4	21.0	20.4
Πρόβατο	28.0	28.6	22.3	21.1
Χοίρος	29.6	29.7	20.5	20.5
<b>Κύτταρα Ήπατος</b>				
Άνθρωπος	30.3	30.3	19.5	19.8
Πρόβατο	29.3	29.2	20.7	20.8
Χοίρος	29.4	29.7	20.5	20.5
<b>Σπερματοκύτταρα</b>				
Άνθρωπος	30.7	31.2	19.3	18.8
Πρόβατο	28.8	27.2	22.0	21.0
Βακτήριο Εντέρου	26.0	23.9	24.9	25.2
Ζύμη	31.3	32.9	18.7	17.1

- 2 1. 1953 - Εμπνευσμένος από τη Φωτογραφία 51 της Rosalind Franklin, η οποία παρουσιάστηκε στον James Watson από τον Maurice Wilkins, εν αγνοία της Franklin, ο Watson κόβει και οργανώνει μοντέλα από χαρτόνι των βάσεων νουκλεοτιδίων και αρχίζει να τα τακτοποιεί σε διάφορους συνδυασμούς και μοτίβα. Ανακαλύπτει ότι ένα ζεύγος αδενίνης-θυμίνης που πιθανώς συγκρατείται από δύο σχετικά ασθενείς δεσμούς υδρογόνου είναι πανομοιότυπο σε σχήμα με ένα ζεύγος γουανίνης-κυτοσίνης που συγκρατείται επίσης μαζί με τουλάχιστον δύο δεσμούς υδρογόνου.

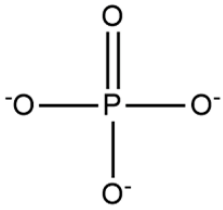




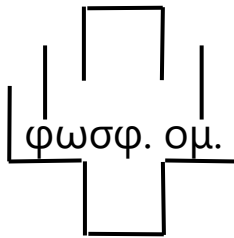
δεοξυριβόζη



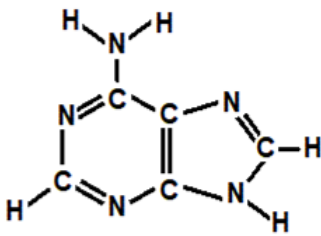
δεοξυριβόζη



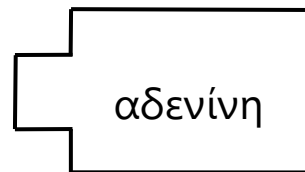
φωσφορική  
ομάδα



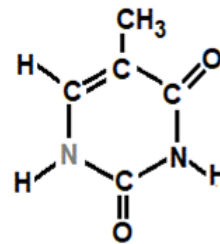
φωσφ. ομ.



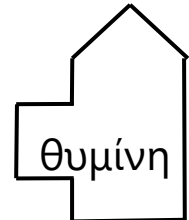
αδενίνη



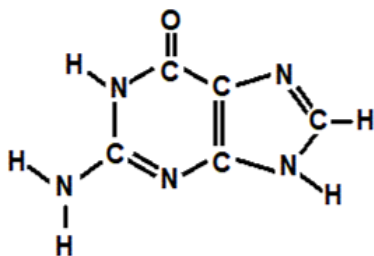
αδενίνη



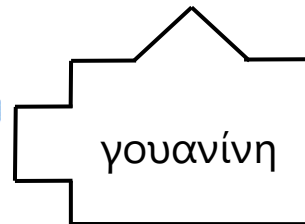
θυμίνη



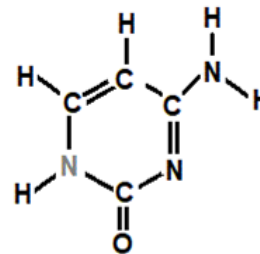
θυμίνη



γουανίνη



γουανίνη



κυτοσίνη



κυτοσίνη