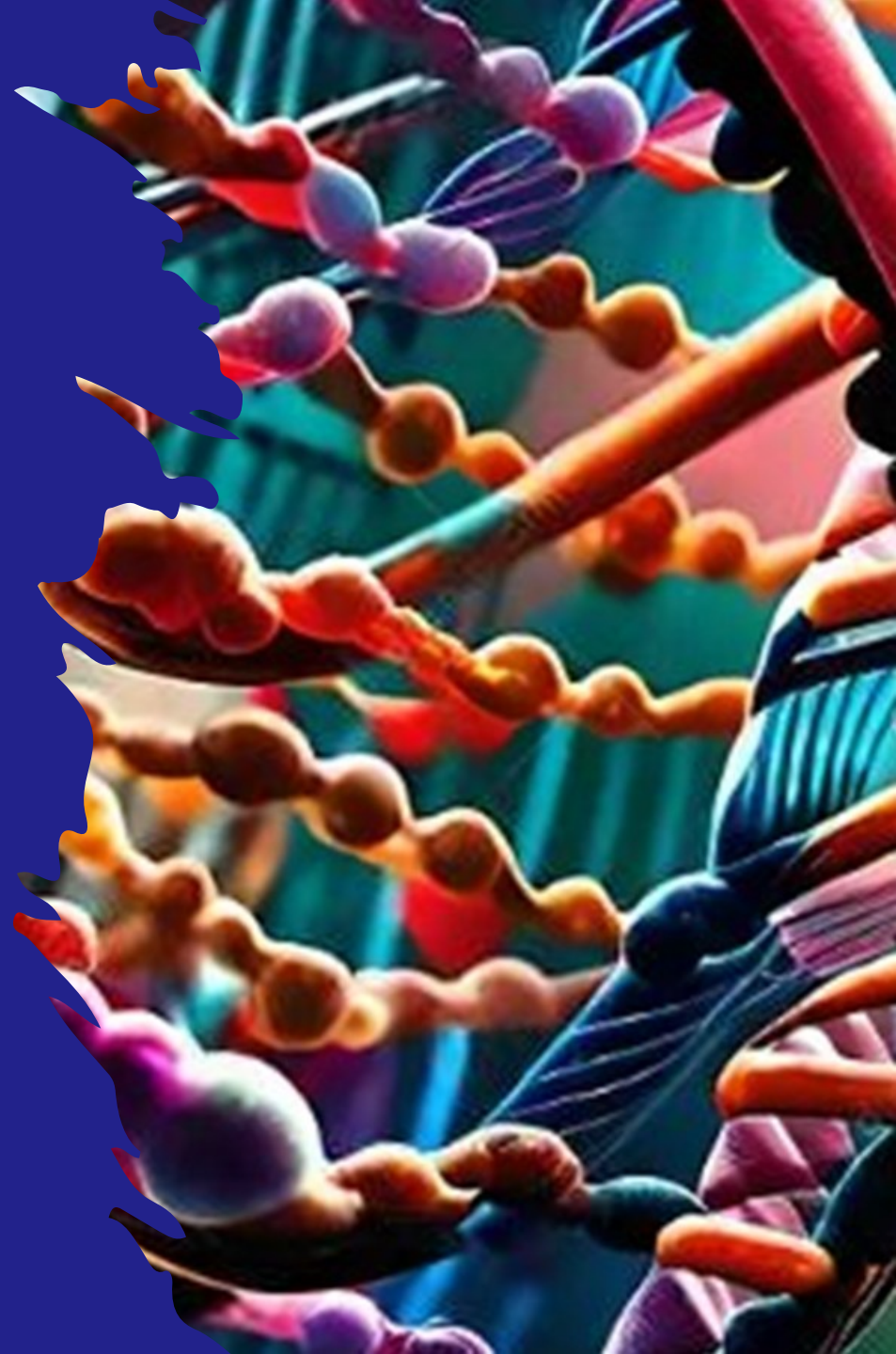




# Νουκλεοτίδια και νουκλεϊκά οξέα



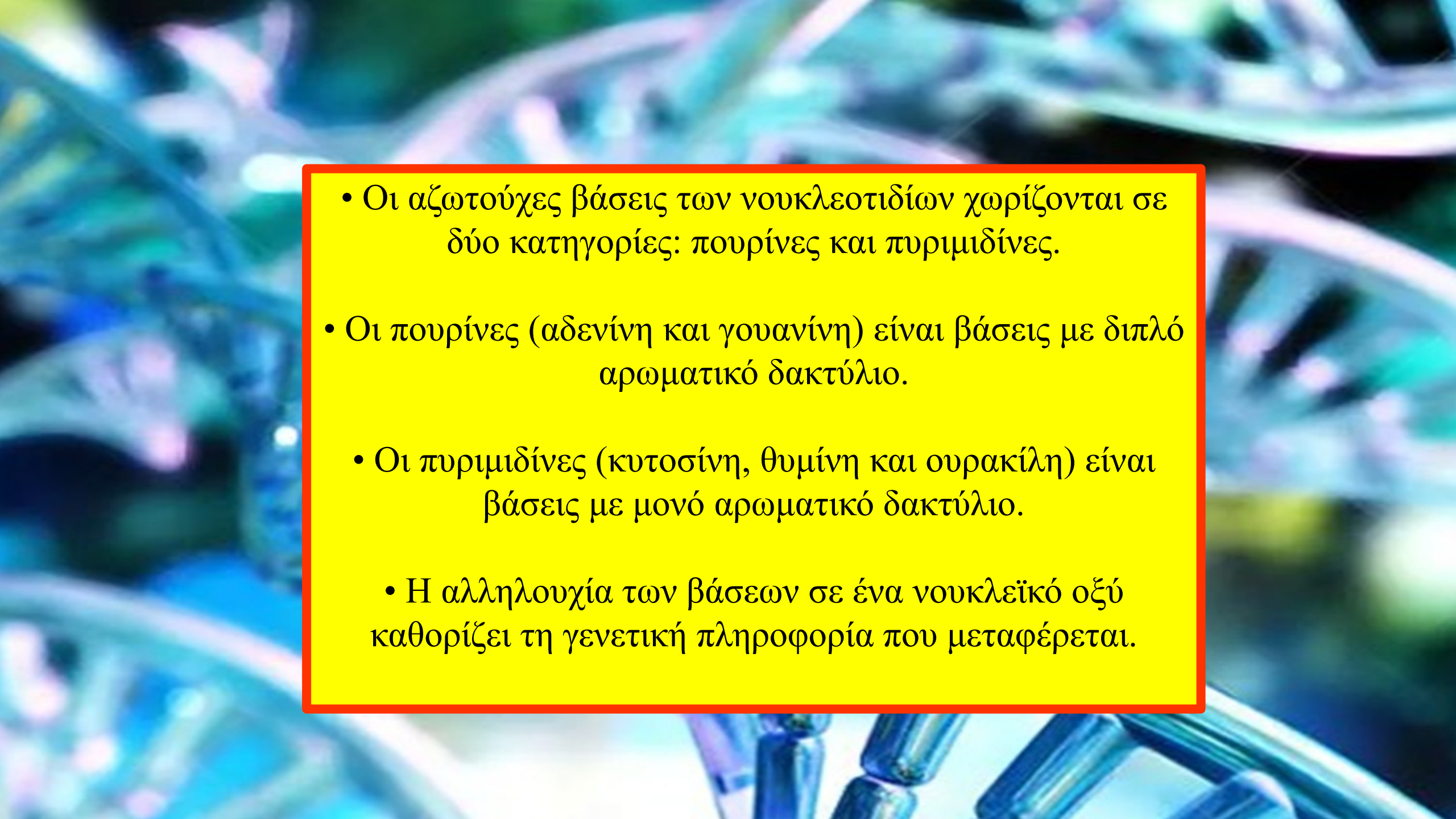
- Τα νουκλεϊκά οξέα είναι μεγάλα βιομόρια.
- Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αποθήκευση και μεταφορά γενετικών πληροφοριών.
- Αποτελούνται από μικρότερες μονάδες που ονομάζονται νουκλεοτίδια.
  - Κάθε νουκλεοτίδιο αποτελείται από:
    - Μια αζωτούχο βάση
    - Ένα σάκχαρο πέντε ατόμων άνθρακα (πεντόζη: ριβόζη ή 2'-δεοξυριβόζη)
    - Μια φωσφορική ομάδα

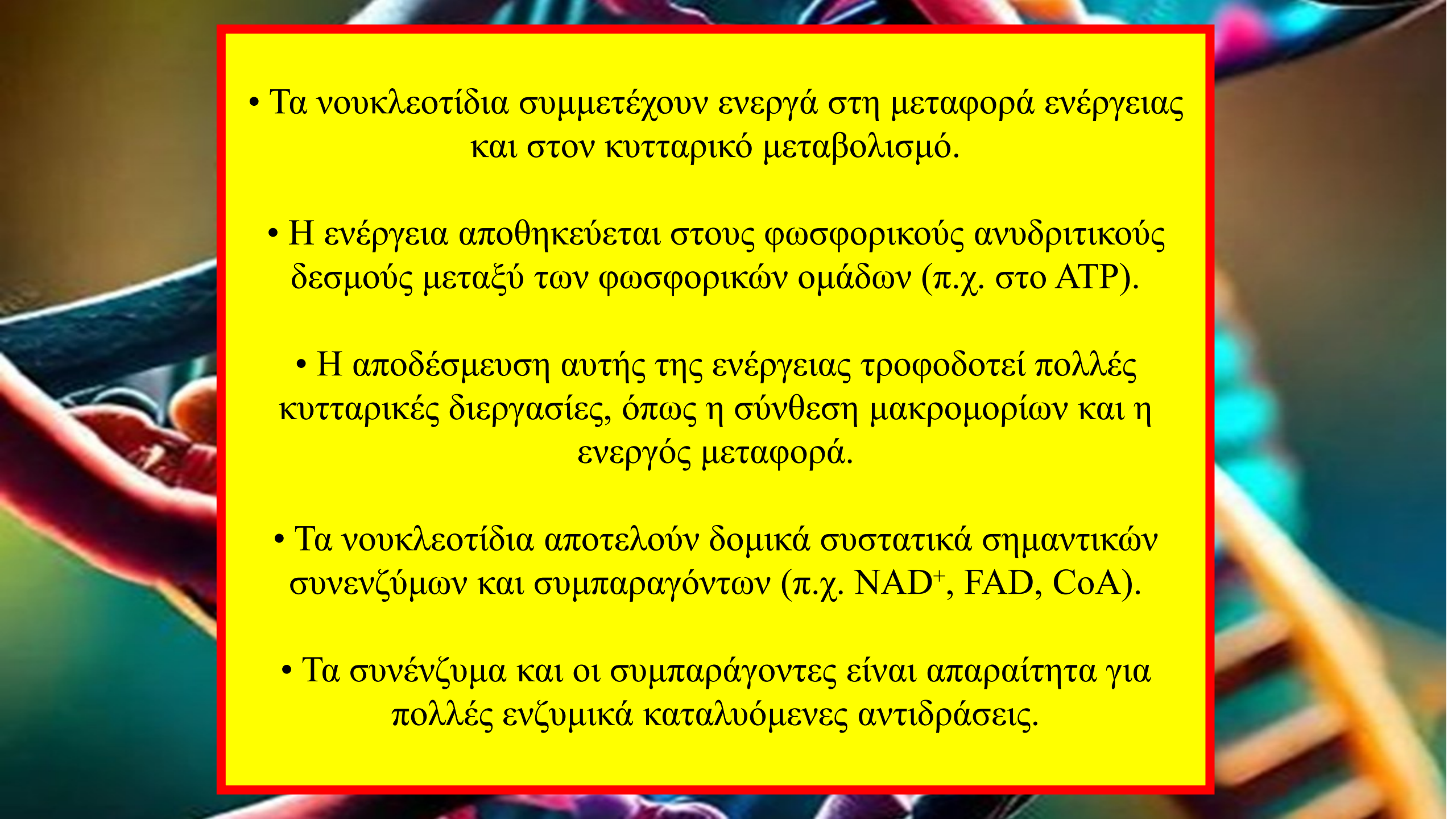




- Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι νουκλεϊκών οξέων: DNA και RNA.
- Το DNA, ή δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ, είναι το γενετικό υλικό που μεταφέρει τις οδηγίες για την ανάπτυξη και τη λειτουργία όλων των ζωντανών οργανισμών.

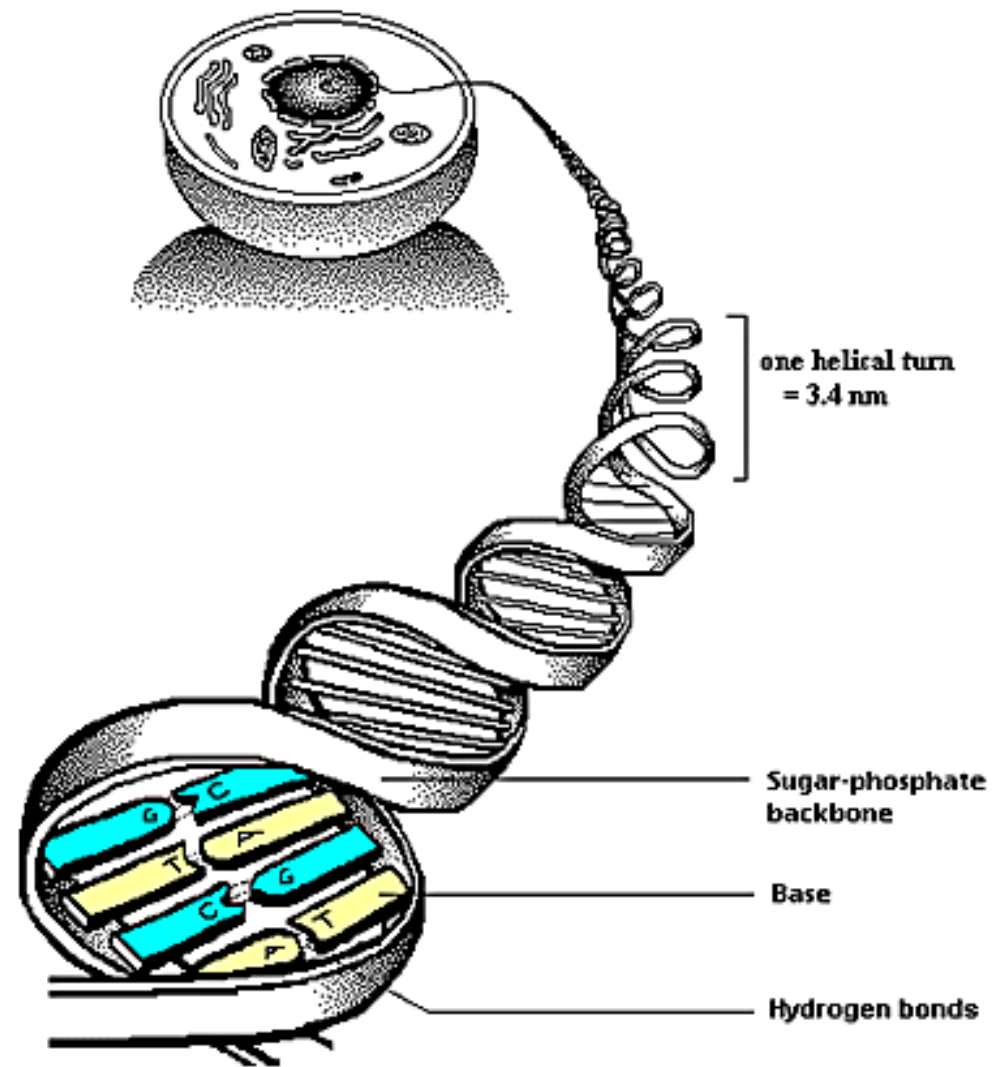
- Αποτελείται από δύο συμπληρωματικές αλυσίδες που σχηματίζουν τη διάσημη δομή διπλής έλικας. Κάθε σκέλος αποτελείται από νουκλεοτίδια και η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων καθορίζει τη γενετική πληροφορία

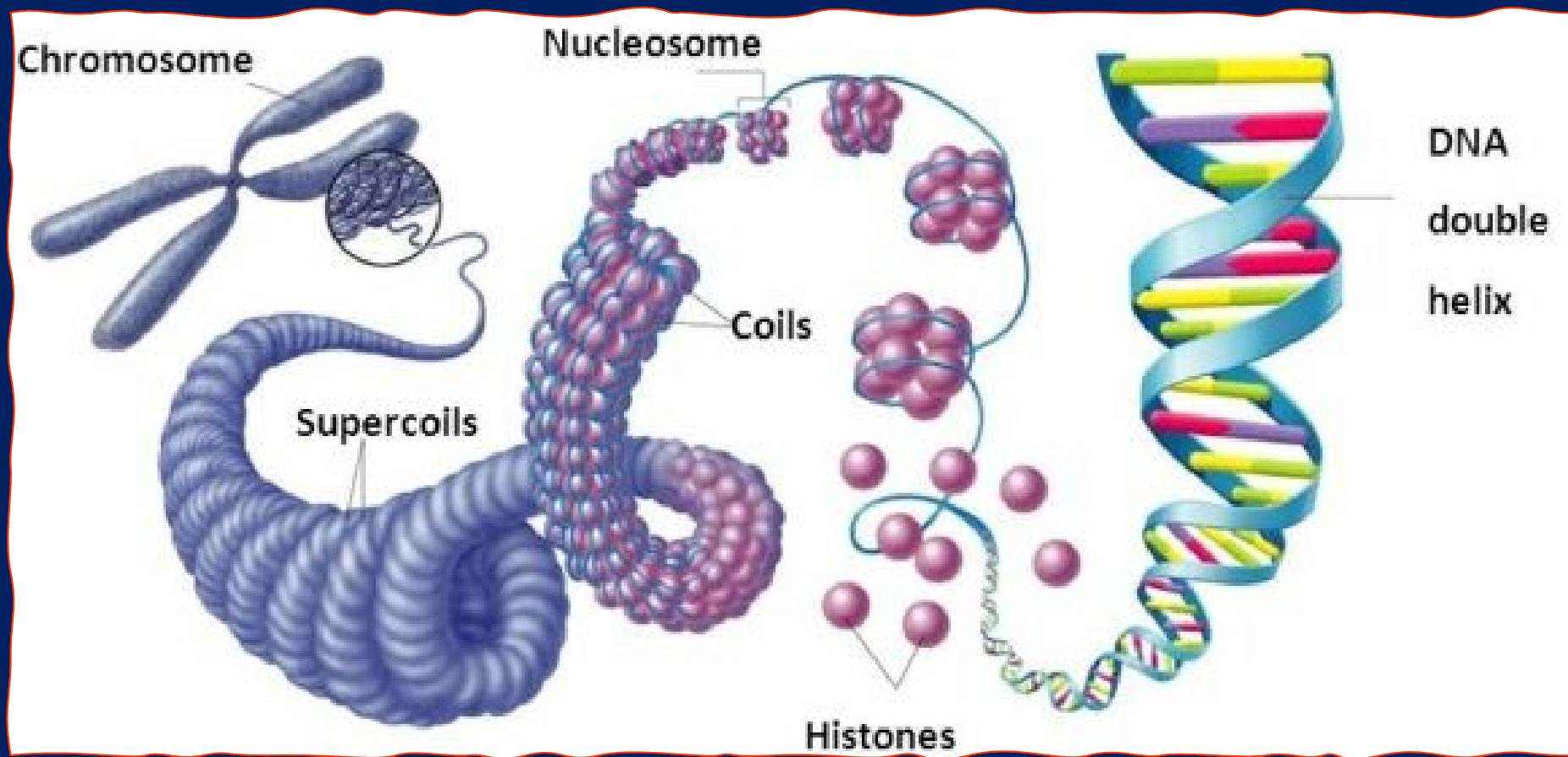
- 
- Οι αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: πουρίνες και πυριμιδίνες.
  - Οι πουρίνες (αδενίνη και γουανίνη) είναι βάσεις με διπλό αρωματικό δακτύλιο.
  - Οι πυριμιδίνες (κυτοσίνη, θυμίνη και ουρακίλη) είναι βάσεις με μονό αρωματικό δακτύλιο.
  - Η αλληλουχία των βάσεων σε ένα νουκλεϊκό οξύ καθορίζει τη γενετική πληροφορία που μεταφέρεται.

- 
- Τα νουκλεοτίδια συμμετέχουν ενεργά στη μεταφορά ενέργειας και στον κυτταρικό μεταβολισμό.
  - Η ενέργεια αποθηκεύεται στους φωσφορικούς ανυδριτικούς δεσμούς μεταξύ των φωσφορικών ομάδων (π.χ. στο ATP).
    - Η αποδέσμευση αυτής της ενέργειας τροφοδοτεί πολλές κυτταρικές διεργασίες, όπως η σύνθεση μακρομορίων και η ενεργός μεταφορά.
  - Τα νουκλεοτίδια αποτελούν δομικά συστατικά σημαντικών συνενζύμων και συμπαραγόντων (π.χ.  $\text{NAD}^+$ , FAD, CoA).
  - Τα συνένζυμα και οι συμπαραγόντες είναι απαραίτητα για πολλές ενζυμικά καταλυόμενες αντιδράσεις.

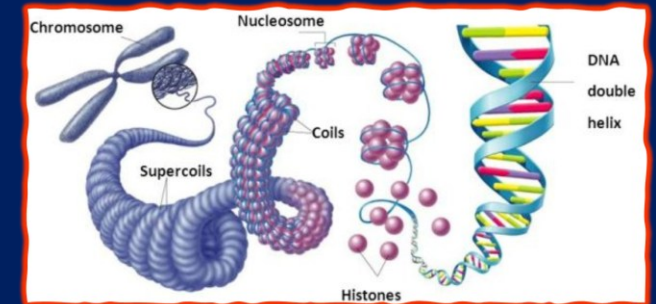
- Τα νουκλεϊκά οξέα και τα νουκλεοτίδια αποτελούν θεμελιώδη συστατικά όλων των ζωντανών οργανισμών.
- Συμμετέχουν στην αποθήκευση και μεταφορά της γενετικής πληροφορίας.
- Παίζουν σημαντικό ρόλο στη μεταφορά ενέργειας και στον κυτταρικό μεταβολισμό.
- Η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων καθορίζει τη γενετική πληροφορία που μεταφέρεται.
- Οι αζωτούχες βάσεις, ως δομικά στοιχεία των νουκλεοτιδίων και συνενζύμων, είναι απαραίτητες για πολλές ενζυμικές διεργασίες.
- Συμβάλλουν στη ρύθμιση και τον συντονισμό βασικών κυτταρικών διεργασιών.

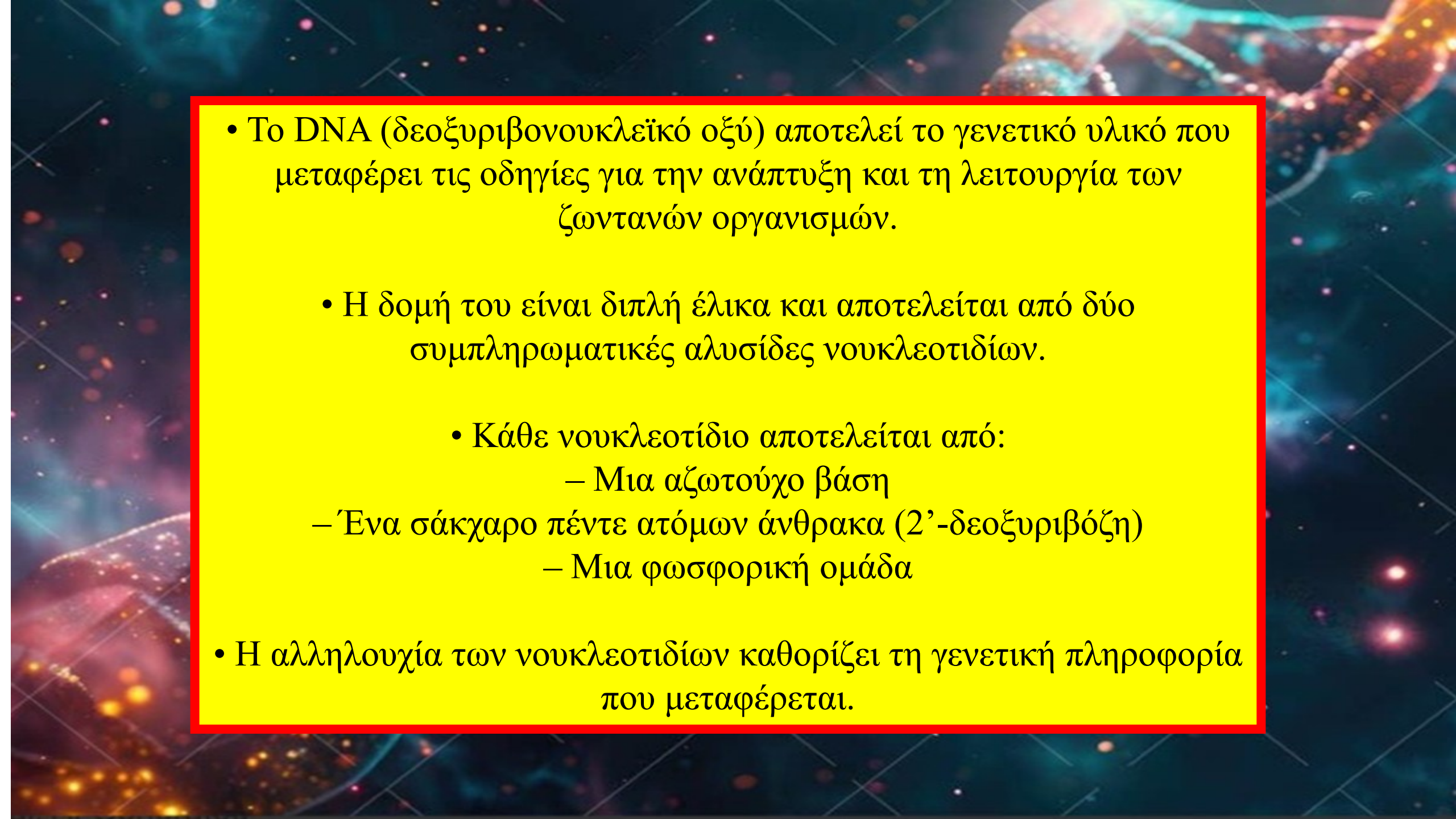
## THE STRUCTURE OF DNA

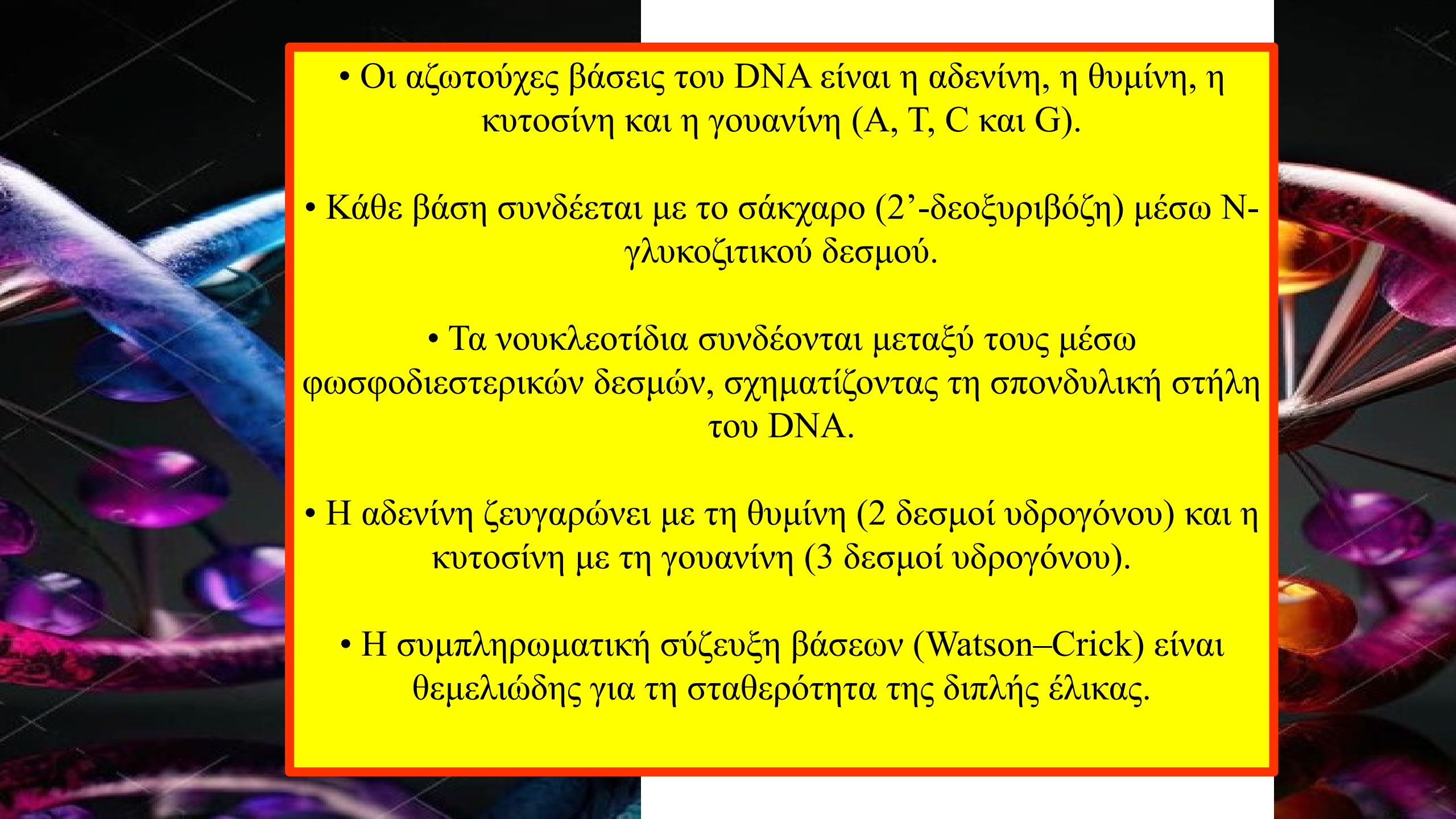




- Η οργάνωση του DNA σε χρωμοσώματα είναι απαραίτητη για την αποθήκευση μεγάλης ποσότητας γενετικής πληροφορίας στον πυρήνα.
- Το DNA περιελίσσεται γύρω από ιστόνες σχηματίζοντας νουκλεοσώματα.
- Η συμπύκνωση επιτρέπει την αποδοτική χωροταξική οργάνωση του γενετικού υλικού.
- Η χρωματινική οργάνωση συμβάλλει στη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης.
- Η δομή αυτή καθορίζει ποια γονίδια είναι προσβάσιμα και ενεργά.
- Διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη λειτουργία και διαφοροποίηση των κυττάρων.



- 
- Το DNA (δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ) αποτελεί το γενετικό υλικό που μεταφέρει τις οδηγίες για την ανάπτυξη και τη λειτουργία των ζωντανών οργανισμών.
    - Η δομή του είναι διπλή έλικα και αποτελείται από δύο συμπληρωματικές αλυσίδες νουκλεοτιδίων.
      - Κάθε νουκλεοτίδιο αποτελείται από:
        - Μια αζωτούχο βάση
        - Ένα σάκχαρο πέντε ατόμων άνθρακα (2'-δεοξυριβόζη)
        - Μια φωσφορική ομάδα
  - Η αλληλουχία των νουκλεοτιδίων καθορίζει τη γενετική πληροφορία που μεταφέρεται.

- 
- Οι αζωτούχες βάσεις του DNA είναι η αδερίνη, η θυρίνη, η κυτορίνη και η γουανίνη (A, T, C και G).
  - Κάθε βάση συνδέεται με το σάκχαρο (2'-δεοξυριβόζη) μέσω N-γλυκοζιτικού δεσμού.
    - Τα νουκλεοτίδια συνδέονται μεταξύ τους μέσω φωσφοδιεστερικών δεσμών, σχηματίζοντας τη σπονδυλική στήλη του DNA.
  - Η αδερίνη ζευγαρώνει με τη θυρίνη (2 δεσμοί υδρογόνου) και η κυτορίνη με τη γουανίνη (3 δεσμοί υδρογόνου).
  - Η συμπληρωματική σύζευξη βάσεων (Watson–Crick) είναι θεμελιώδης για τη σταθερότητα της διπλής έλικας.



**A**

Adenine

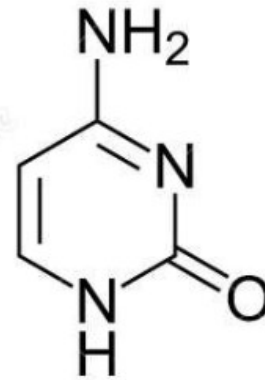
$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5$



**G**

Guanine

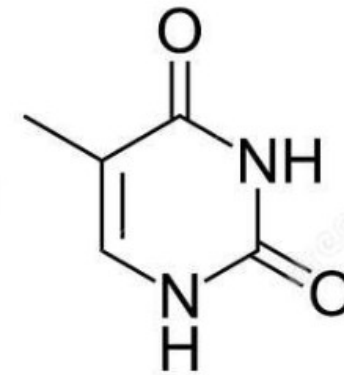
$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5\text{O}$



**C**

Cytosine

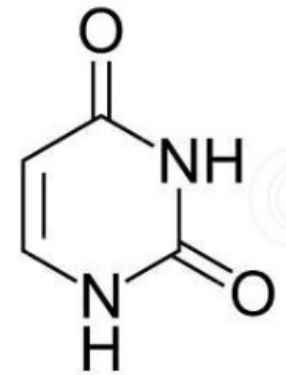
$\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}$



**T**

Thymine

$\text{C}_5\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$



**U**

Uracil

$\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$

- Η δομή της διπλής έλικας του DNA σταθεροποιείται κυρίως από μη ομοιοπολικές αλληλεπιδράσεις.
  - Σε αυτές περιλαμβάνονται:
    - Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ συμπληρωματικών βάσεων
    - Υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις και στοίβαξη των αρωματικών βάσεων (base stacking)
    - Δυνάμεις van der Waals μεταξύ γειτονικών βάσεων
  - Οι ηλεκτροστατικές απωθήσεις των φωσφορικών ομάδων εξουδετερώνονται μερικώς από κατιόντα του κυτταρικού περιβάλλοντος.
- Οι αλληλεπιδράσεις αυτές ενισχύουν τη συνοχή και τη σταθερότητα της διπλής έλικας.
- Η σταθερότητα του DNA επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το pH και την ιοντική ισχύ του περιβάλλοντος.

## Η σταθερότητα της διπλής έλικας του DNA οφείλεται σε συνδυασμό μη ομοιοπολικών αλληλεπιδράσεων:

### • Δεσμοί υδρογόνου

- Συνδέουν τις συμπληρωματικές βάσεις.
  - A–T: 2 δεσμοί υδρογόνου
  - C–G: 3 δεσμοί υδρογόνου

- Παρέχουν σταθερότητα αλλά και αναστρεψιμότητα (άνοιγμα της έλικας).

### • Δυνάμεις van der Waals και στοίβαξη βάσεων (base stacking)

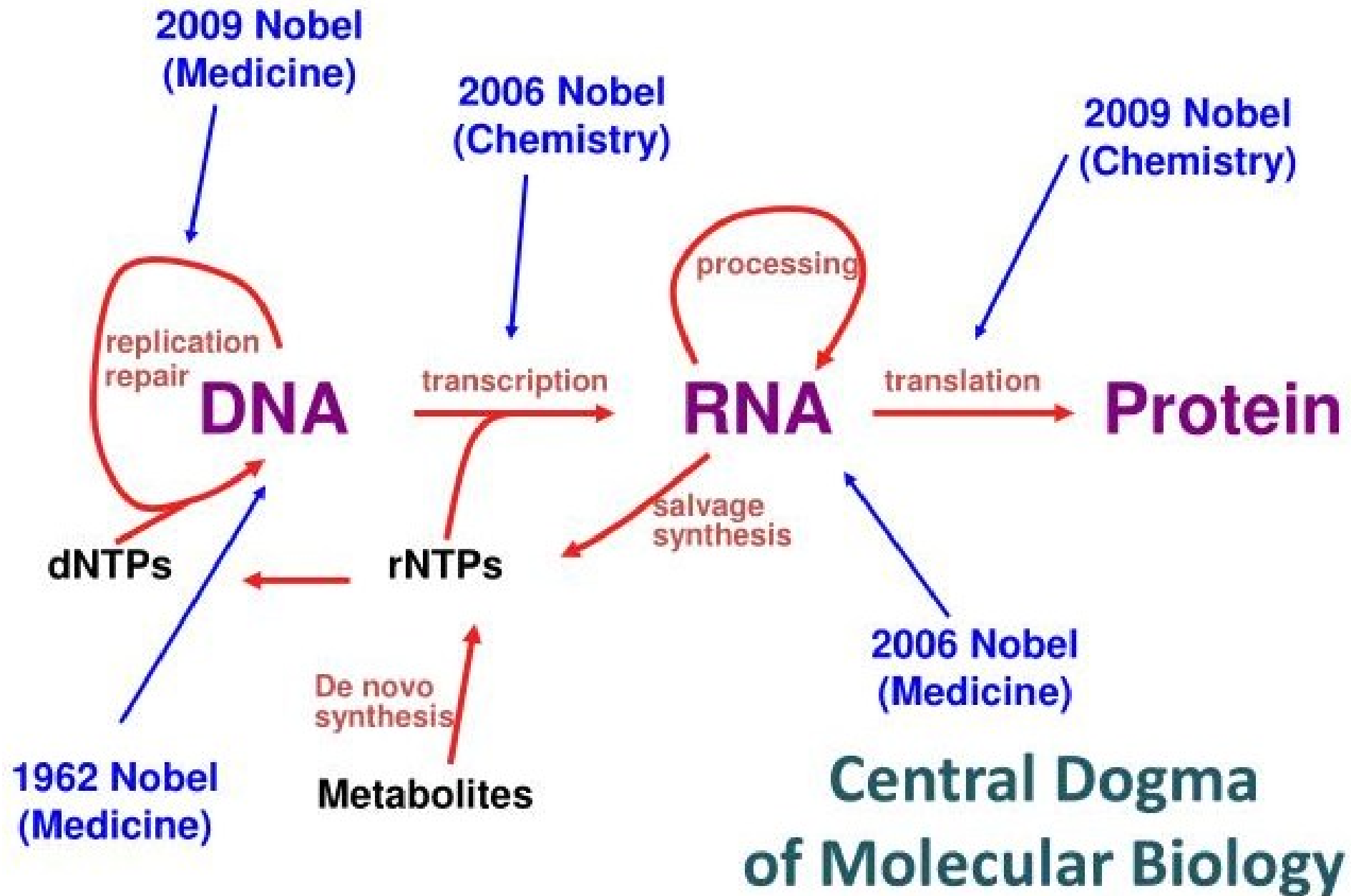
- Ασθενείς ελκτικές δυνάμεις μεταξύ γειτονικών αρωματικών βάσεων.
  - Σταθεροποιούν την κατακόρυφη στοίβαξη των δακτυλίων.
- Συμβάλλουν σημαντικά στη συνολική θερμοδυναμική σταθερότητα.

### • Υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις

- Οι βάσεις είναι σχετικά υδρόφοβες με πολικές ομάδες.
- Τοποθετούνται στο εσωτερικό της έλικας, μακριά από το υδατικό περιβάλλον.
  - Δημιουργείται υδρόφοβος «πυρήνας» που ενισχύει τη συνοχή της δομής.

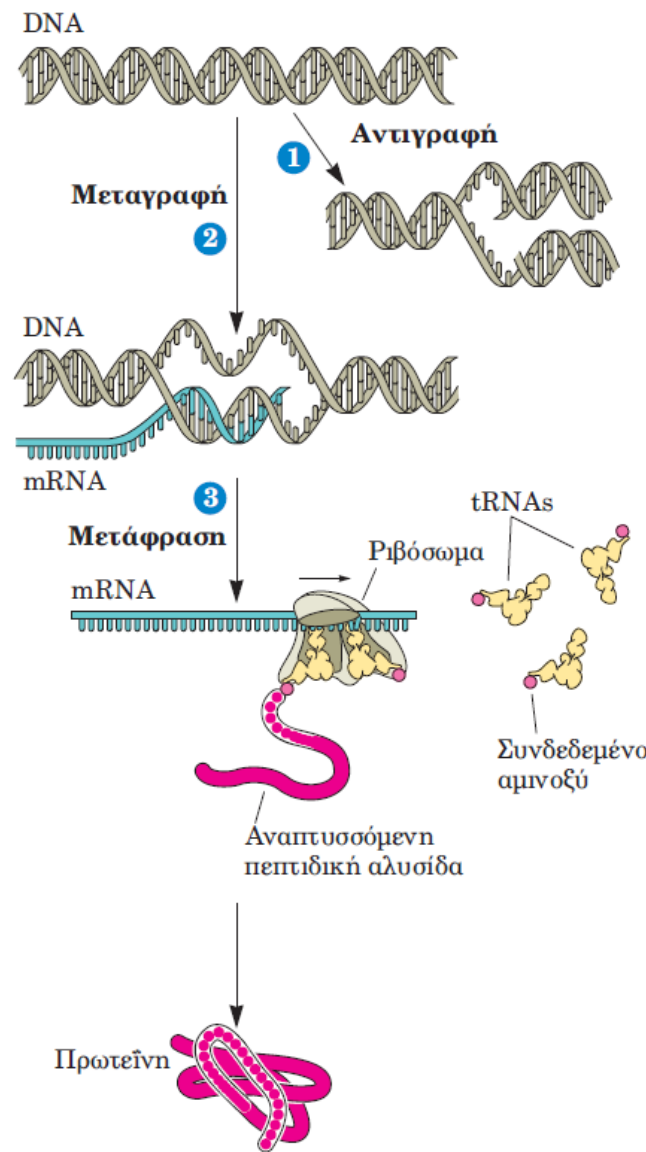
### • Ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις

- Ο φωσφορικός σκελετός φέρει αρνητικό φορτίο.
  - Αναπτύσσονται απωστικές δυνάμεις μεταξύ των αλυσίδων.
- Κατιόντα (π.χ.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) μειώνουν την απώθηση και σταθεροποιούν το μόριο.



## **Το Κεντρικό Δόγμα της Μοριακής Βιολογίας**

- Το γενετικό υλικό (DNA) αντιγράφεται και επιδιορθώνεται ώστε να διατηρείται η γενετική ακεραιότητα.
- Μέσω της μεταγραφής, η γενετική πληροφορία του DNA μεταφέρεται σε RNA.
- Το RNA υφίσταται επεξεργασία πριν καταστεί λειτουργικό (π.χ. ωρίμανση mRNA).
- Το ώριμο RNA συμμετέχει στη μετάφραση, δηλαδή στη σύνθεση πρωτεϊνών.
- Οι πρωτεΐνες αποτελούν τα κύρια λειτουργικά μόρια του κυττάρου.
- Τα νουκλεοτίδια συντίθενται de novo από μεταβολίτες και ανακυκλώνονται μέσω οδών διάσωσης (salvage pathways).



### 1 Αντιγραφή

Η αντιγραφή του DNA αποδίδει δύο μόρια DNA πανομοιότυπα με το αρχικό, εξασφαλίζοντας τη μετάδοση της γενετικής πληροφορίας στα θυγατρικά κύτταρα με εξαιρετική πιστότητα

### 2 Μεταγραφή

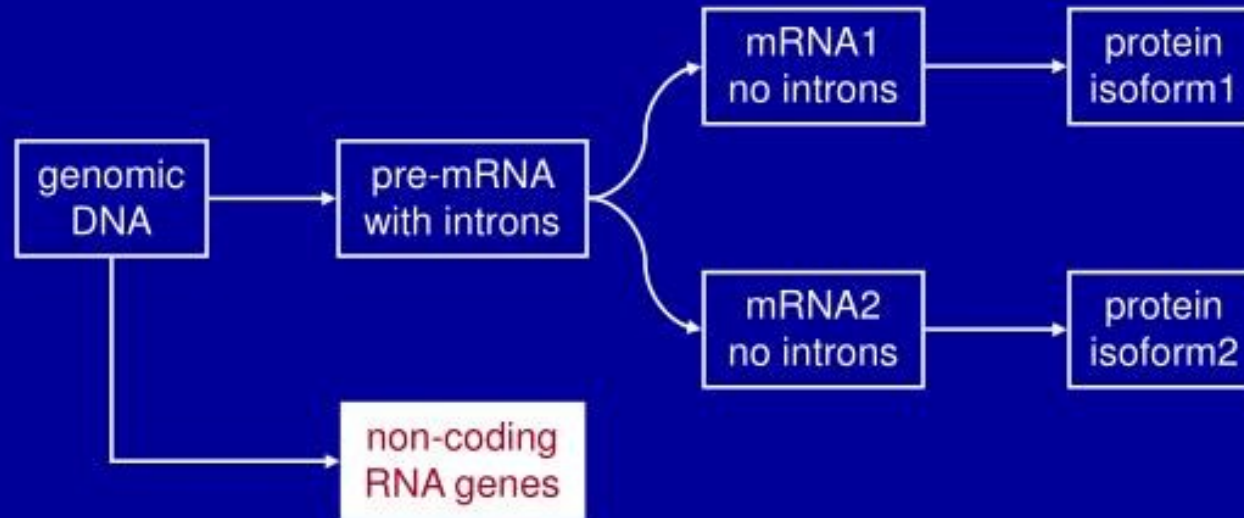
Η αλληλουχία των βάσεων στο DNA μεταγράφεται ως μία ακολουθία συμπληρωματικών βάσεων σε ένα μονόκλωνο μόριο mRNA.

### 3 Μετάφραση

Κωδικόνια τριών βάσεων στο mRNA που αντιστοιχούν σε ειδικά αμινοξέα κατευθύνουν την αλληλουχία οικοδόμησης μιας πρωτεΐνης. Αυτά τα κωδικόνια αναγνωρίζονται από τα tRNAs (μεταφορικά RNAs) που φέρουν τα κατάλληλα αμινοξέα. Τα ριβοσώματα είναι η "μηχανή" για τη πρωτεϊνική σύνθεση.

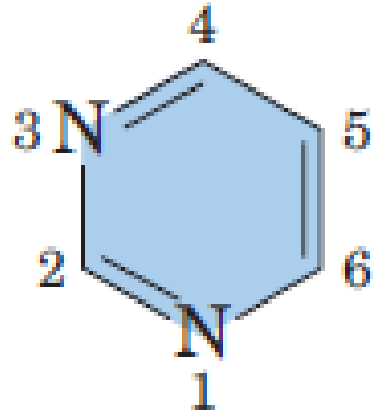
**Εικόνα 10.1** Βασικές διαδικασίες μεταφοράς της πληροφορίας στα κύτταρα.

# revisions to the “central dogma” of molecular biology



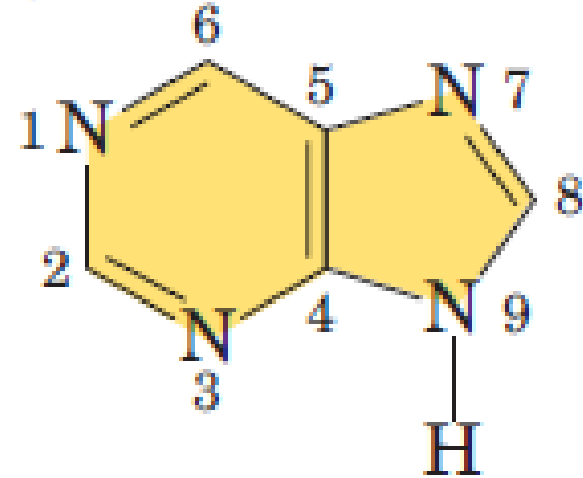
over the last 10 years, scientists have discovered an entirely new category of non-coding RNA genes whose existence had never even been suspected; they are distinguished by their small sizes relative to traditional RNA genes (*i.e.* 21 to 25 bp versus 96 bp) and are therefore commonly referred to as “microRNAs”

(α)



**Ο πυριμιδινικός  
δακτύλιος**

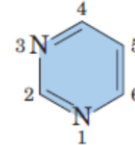
(β)



**Το σύστημα του  
πουρινικού δακτυλίου**

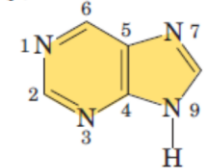
- Οι πουρίνες αποτελούνται από δύο ενωμένους δακτυλίους (έναν εξαμελή και έναν πενταμελή).
- Οι πυριμιδίνες αποτελούνται από έναν εξαμελή δακτύλιο.
- Οι βάσεις είναι επίπεδα μόρια, γεγονός που επιτρέπει τη στοίβαξή τους στη διπλή έλικα.
- Οι αζωτούχες βάσεις έχουν σχετικά υδρόφοβο χαρακτήρα.
- Η περιορισμένη διαλυτότητά τους στο νερό συμβάλλει στη σταθερότητα της δομής του DNA.

(α)



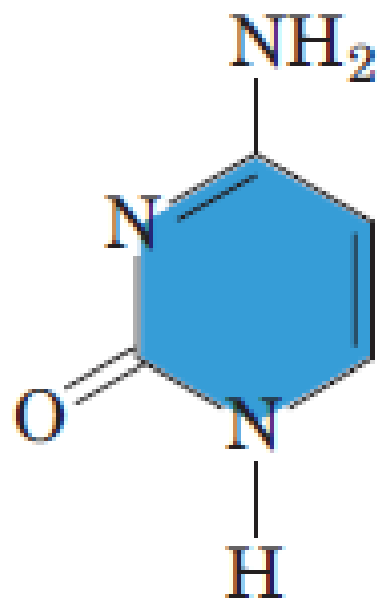
Ο πυριμιδινικός  
δακτύλιος

(β)

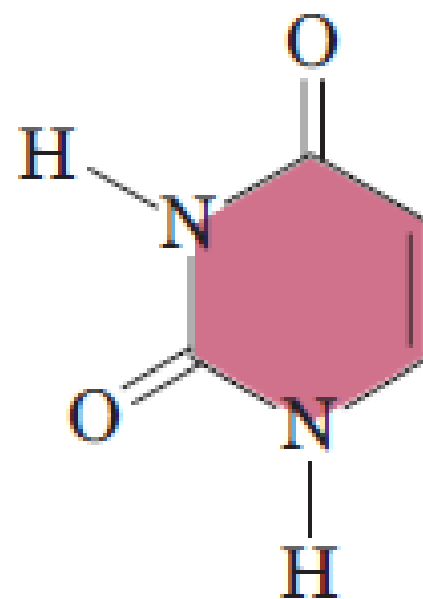


Το σύστημα του  
πουρινικού δακτυλίου

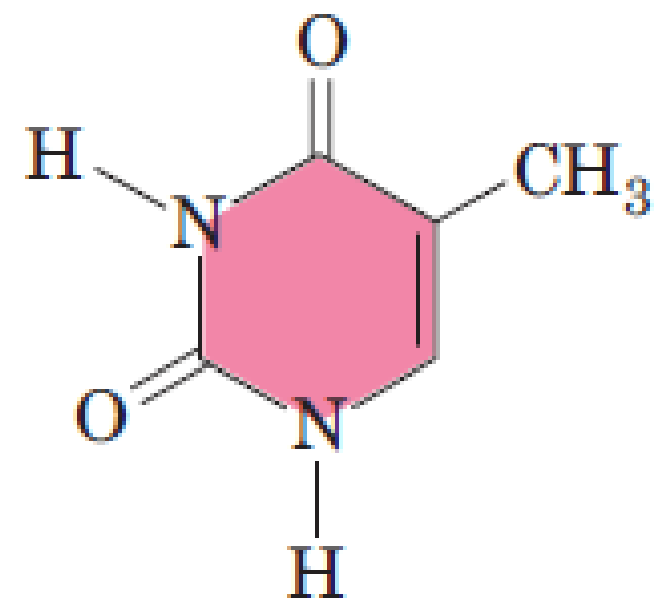
- Οι φυσικές πυριμιδίνες είναι:
  - Κυτοσίνη (cytosine)
  - Ουρακίλη (uracil)
- Θυμίνη (thymine), δηλαδή **5-μεθυλουρακίλη**
  - Στο DNA απαντώνται οι πυριμιδίνες:
    - Κυτοσίνη
    - Θυμίνη
  - Στο RNA απαντώνται οι πυριμιδίνες:
    - Κυτοσίνη
    - Ουρακίλη



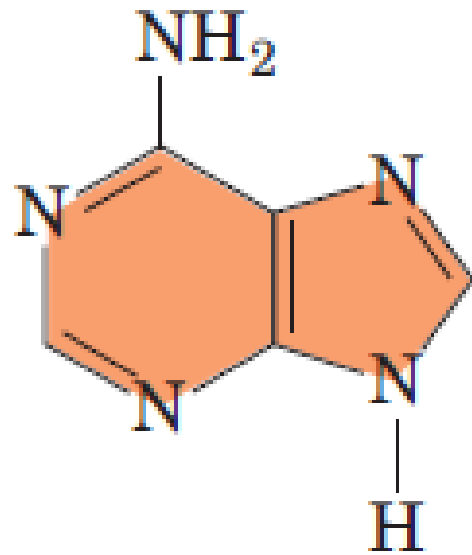
**Κυτοσίνη**  
(2-οξυ-4-αμινο  
πυριμιδίνη)



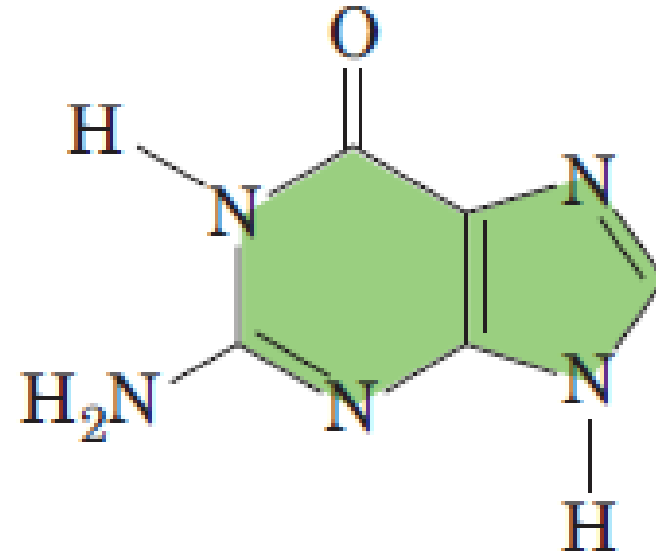
**Ουρακίλη**  
(2-οξυ-4-οξυ  
πυριμιδίνη)



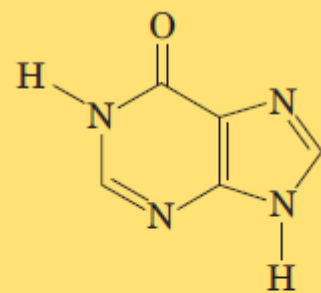
**Θυμίνη**  
(2-οξυ-4-οξυ-  
5-μεθυλοπυριμιδίνη)



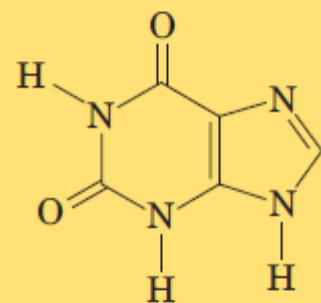
**Αδενίνη**  
**(6-αμινο-πουρίνη)**



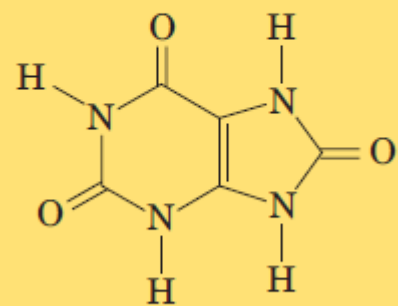
**Γουανίνη**  
**(2-αμινο-6-οξυ πουρίνη)**



Υποξανθίνη

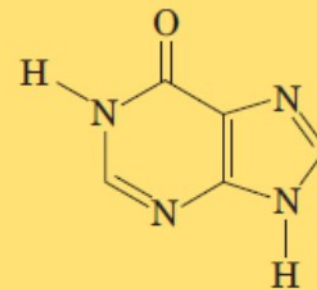


Ξανθίνη

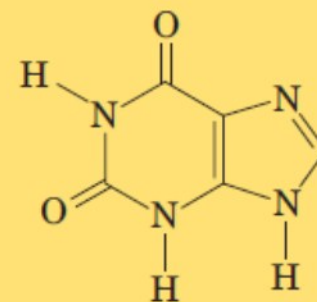


Ουρικό οξύ

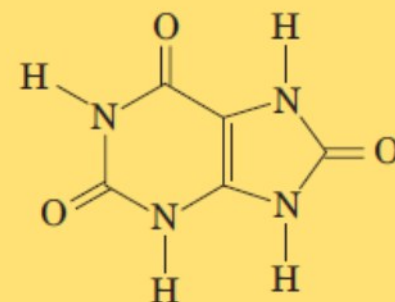
- Η αδενίνη (adenine), δηλαδή **6-αμινοπουρίνη**, και η γουανίνη (guanine), δηλαδή **2-αμινο-6-οξοπουρίνη**, είναι οι δύο κύριες πουρίνες και απαντώνται τόσο στο DNA όσο και στο RNA.
- Άλλα φυσικά παράγωγα πουρινών περιλαμβάνουν:
  - Υποξανθίνη (hypoxanthine)
  - Ξανθίνη (xanthine)
  - Ουρικό οξύ (uric acid)
- Η υποξανθίνη και η ξανθίνη αποτελούν μεταβολικά ενδιάμεσα της αποδόμησης των πουρινών και δεν αποτελούν κανονικά δομικά συστατικά των νουκλεϊκών οξέων.
- Το ουρικό οξύ, η περισσότερο οξειδωμένη μορφή παραγώγου πουρίνης, δεν απαντάται στα νουκλεϊκά οξέα.



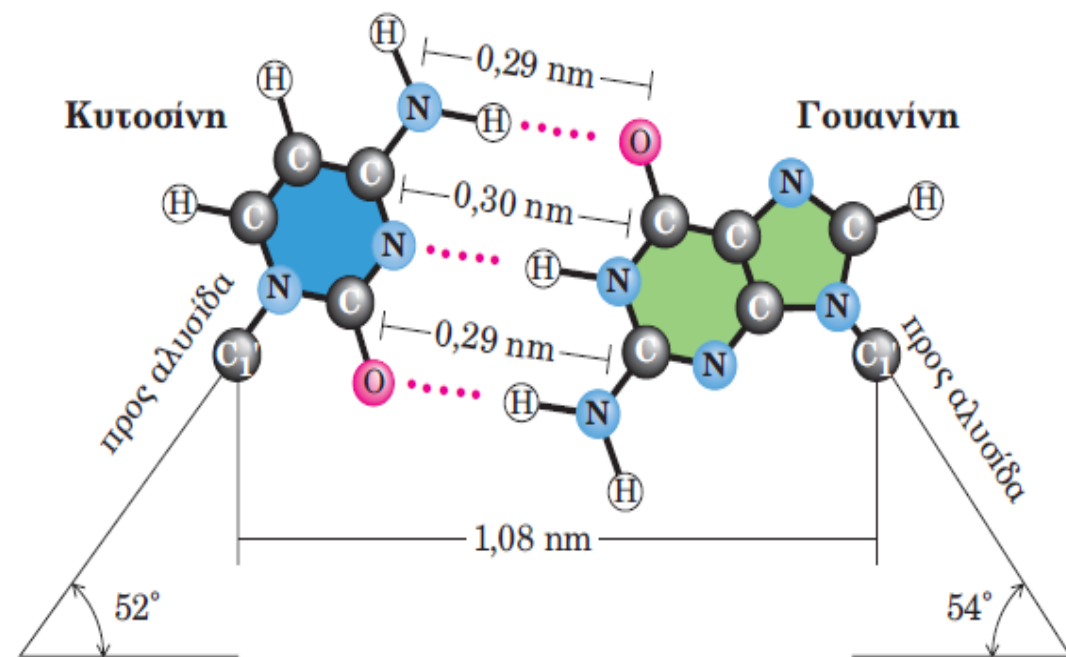
Υποξανθίνη



Ξανθίνη

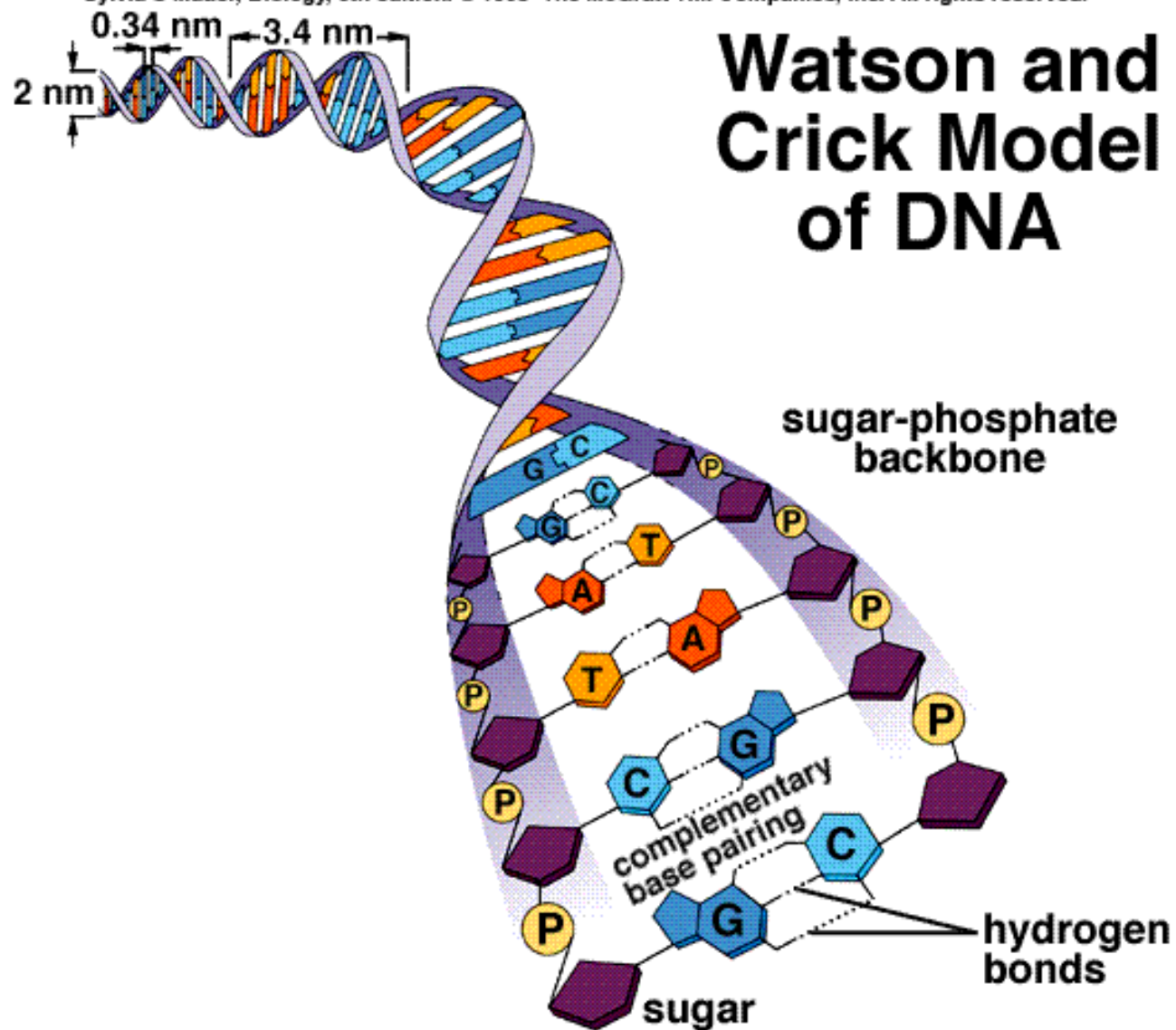


Ουρικό οξύ



Sylvia S Mader, Biology, 6th edition. © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

# Watson and Crick Model of DNA



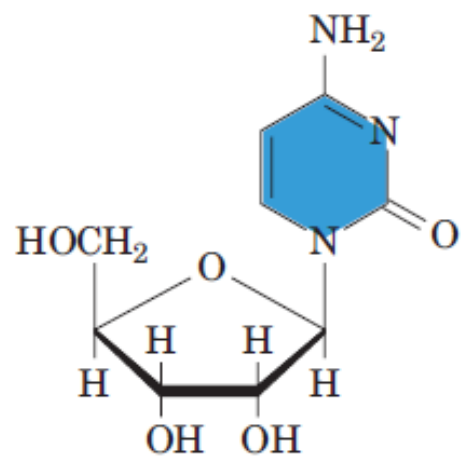
- Το DNA μπορεί να εμφανίζεται σε διαφορετικές διαμορφώσεις: **B-DNA**, **A-DNA** και **Z-DNA**.
  - Η **B-DNA** είναι η πιο συχνή μορφή υπό φυσιολογικές κυτταρικές συνθήκες.
  - Η **A-DNA** εμφανίζεται σε συνθήκες μειωμένης υγρασίας και είναι πιο συμπαγής μορφή.
- Η **Z-DNA** είναι αριστερόστροφη έλικα και παρατηρείται σε συγκεκριμένες αλληλουχίες DNA, ιδιαίτερα πλούσιες σε εναλλασσόμενα GC ζεύγη.
  - Ο ακριβής προσανατολισμός και η γεωμετρία των ζευγών βάσεων ποικίλλουν ελαφρώς ανάλογα με τη μορφή του DNA και επηρεάζονται από την τοπική αλληλουχία.
- Ορισμένες αλληλουχίες επιτρέπουν τοπική μετάβαση από τη δεξιόστροφη B-DNA σε αριστερόστροφη Z-DNA.

- Ορισμένα μόρια DNA είναι **γραμμικά**, ενώ άλλα είναι **κυκλικά** (π.χ. βακτηριακά χρωμοσώματα, μιτοχονδριακό DNA).
- Η πολυπλοκότητα της δομής του DNA αυξάνεται μέσω της **υπερελίκωσης** (supercoiling), δηλαδή της επιπλέον συστροφής της διπλής έλικας.
- Το RNA διαθέτει ιδιαίτερα δομικά χαρακτηριστικά σε σχέση με το DNA.
  - Το RNA απαντάται κυρίως ως **μονόκλωνο μόριο**.
- Μέσω ενδομοριακής (ενδοκλωνικής) συμπληρωματικής σύζευξης βάσεων, το RNA μπορεί να σχηματίζει:
  - τοπικές δίκλωνες περιοχές
  - στελέχη-θηλιές (stem-loop structures)
- Το RNA μπορεί να αναδιπλώνεται σε πολύπλοκες **δευτεροταγείς και τριτοταγείς δομές**.
- Ορισμένα μόρια RNA λειτουργούν ως **καταλυτικά μόρια (ριβοένζυμα)**.

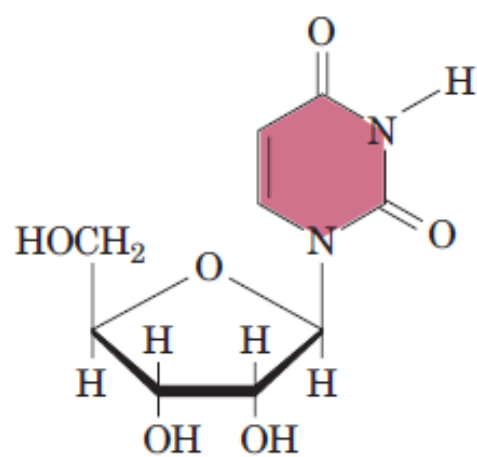
# νουκλεοσίδια

- Τα νουκλεοσίδια (nucleosides) είναι ενώσεις που σχηματίζονται όταν μία αζωτούχος βάση συνδέεται με ένα σάκχαρο.
- Το σάκχαρο των νουκλεοσιδίων είναι πεντόζη (pentose).
- Στο RNA το σάκχαρο είναι η ριβόζη, ενώ στο DNA είναι η 2'-δεοξυριβόζη.

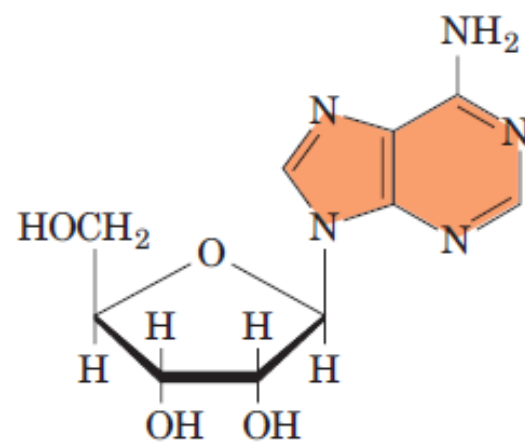
- Στα νουκλεοσίδια, τα άτομα άνθρακα της πεντόζης αριθμούνται ως 1', 2', 3', 4' και 5', ώστε να διακρίνονται από την αρίθμηση των ατόμων των αζωτούχων βάσεων.
- Η αζωτούχος βάση συνδέεται με το σάκχαρο μέσω **N-γλυκοζιτικού δεσμού (N-glycosidic bond)**.
  - Ο δεσμός αυτός σχηματίζεται μεταξύ:
    - του άνθρακα 1' της πεντόζης
    - και ατόμου αζώτου της βάσης (N1 στις πυριμιδίνες ή N9 στις πουρίνες).



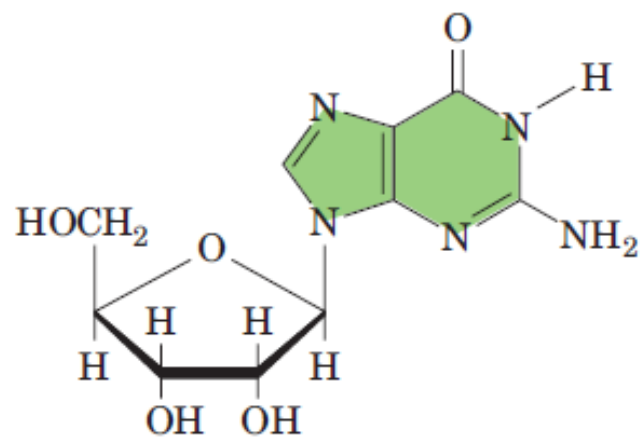
**Κυτιδίνη**



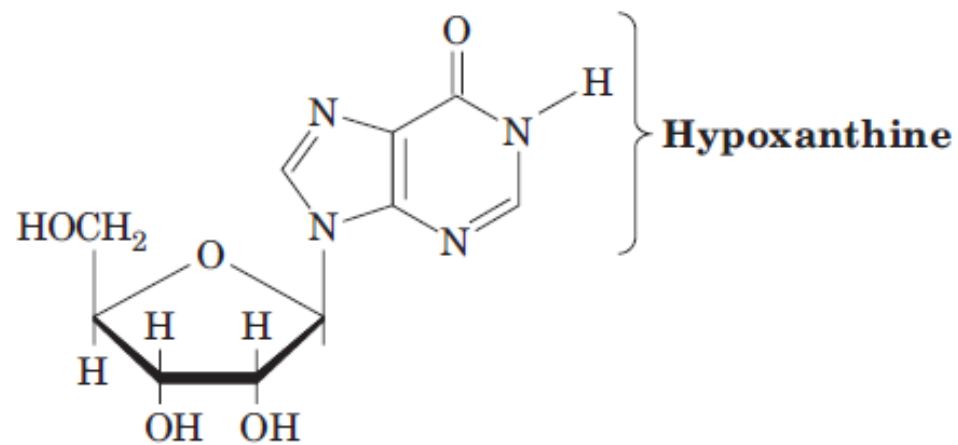
**Ουριδίνη**



**Αδενοσίνη**



**Γουανοσίνη**

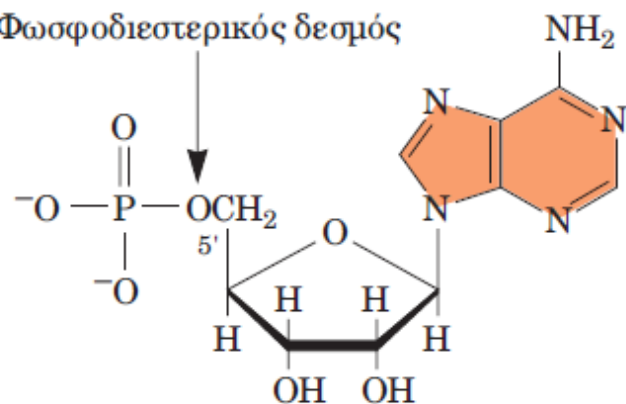


**Ινοσίνη, ένα λιγότερο κοινό νουκλεοσίδιο**

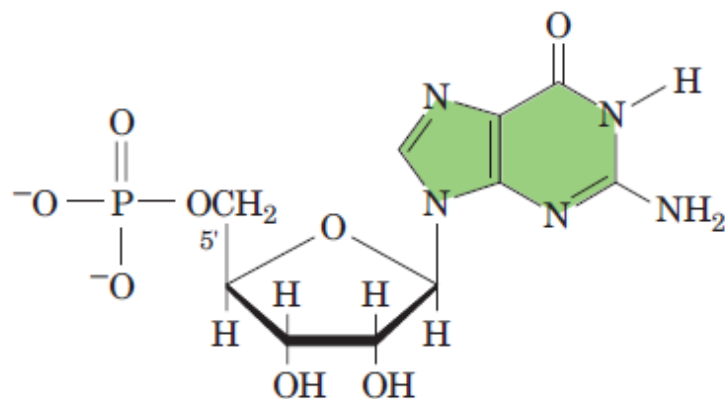
- Τα νουκλεοσίδια ονομάζονται με:
  - την κατάληξη **-ιδίνη** για τις πυριμιδίνες
  - την κατάληξη **-οσίνη** για τις πουρίνες
- Κύρια νουκλεοσίδια είναι:
  - Κυτιδίνη (cytidine)
  - Ουριδίνη (uridine)
  - Θυμιδίνη (thymidine)
  - Αδενοσίνη (adenosine)
  - Γουανοσίνη (guanosine)
- Τα νουκλεοσίδια είναι περισσότερο υδατοδιαλυτά από τις ελεύθερες βάσεις λόγω της παρουσίας της υδρόφιλης πεντόζης.

# **Δομή των νουκλεοτιδίων**

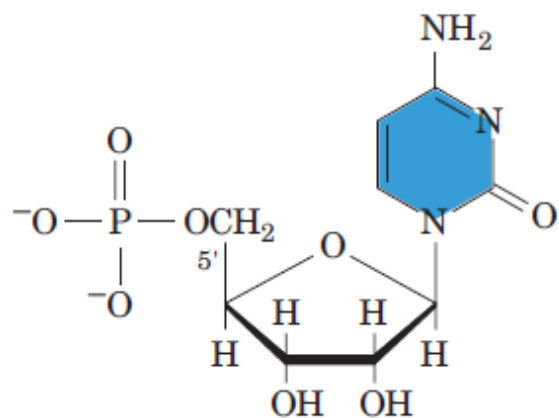
Φωσφοδιεστερικός δεσμός



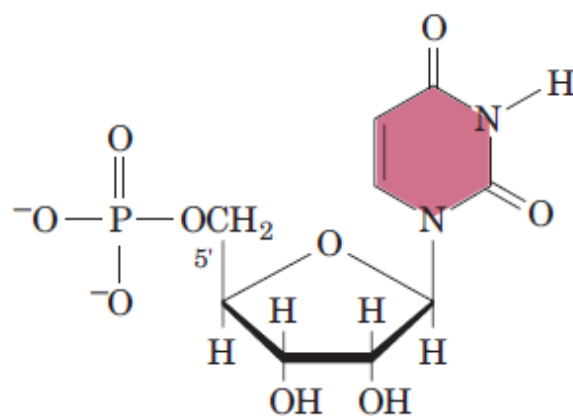
**5' - Μονοφωσφορική αδενοσίνη**  
(ή AMP ή αδενυλικό οξύ)



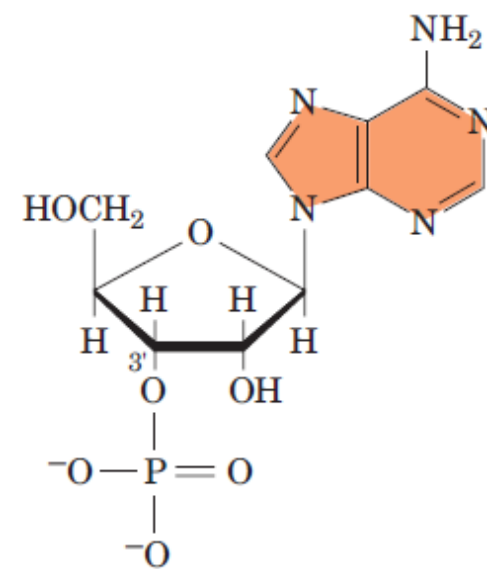
**5' - Μονοφωσφορική γουανοσίνη**  
(ή GMP ή γουανυλικό οξύ)



**5' - Μονοφωσφορική κυτιδίνη**  
(ή CMP ή κυτιδυλικό οξύ)



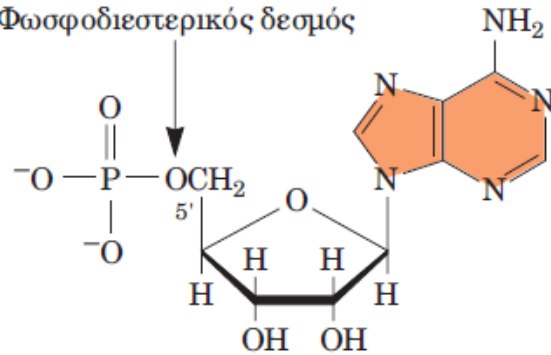
**5' - Μονοφωσφορική ουριδίνη**  
(ή UMP ή ουριδυλικό οξύ)



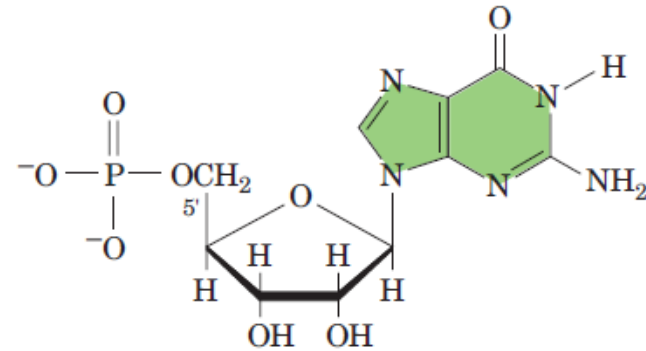
**Ένα 3' - Μονοφωσφορικό**  
**νουκλεοσίδιο 3'-AMP**

- Ένα νουκλεοτίδιο (nucleotide) σχηματίζεται όταν μία φωσφορική ομάδα εστεροποιείται με μία υδροξυλομάδα ( $\text{-OH}$ ) του σακχάρου ενός νουκλεοσιδίου.
- Στη ριβόζη υπάρχουν τρεις υδροξυλομάδες (στις θέσεις 2', 3' και 5') διαθέσιμες για εστεροποίηση.
- Στη 2'-δεοξυριβόζη απουσιάζει η  $\text{-OH}$  στη θέση 2', επομένως υπάρχουν δύο διαθέσιμες υδροξυλομάδες (3' και 5').
- Στα κύτταρα, τα περισσότερα ελεύθερα μονομερή νουκλεοτίδια είναι 5'-ριβονουκλεοτίδια (ribonucleotides).

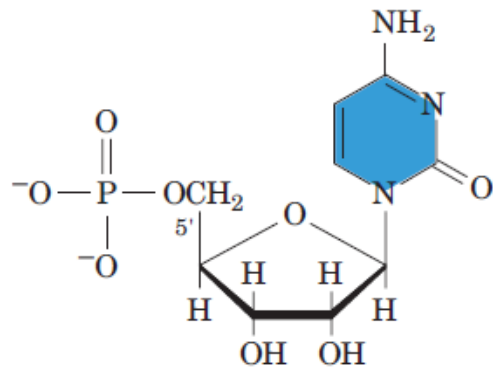
Φωσφοδιεστερικός δεσμός



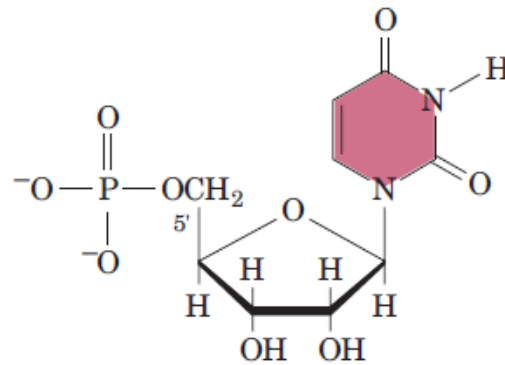
**5'- Μονοφωσφορική αδενοσίνη**  
(ή AMP ή αδενυλικό οξύ)



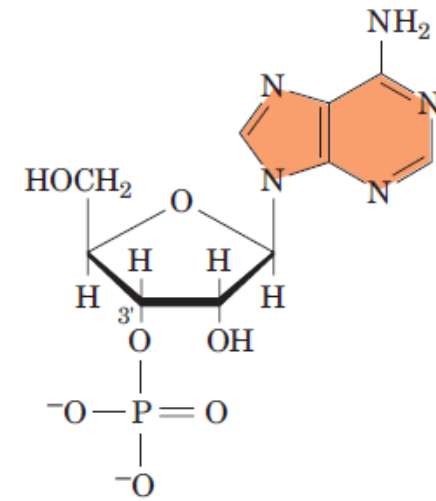
**5'-Μονοφωσφορική γουανοσίνη**  
(ή GMP ή γουανυλικό οξύ)



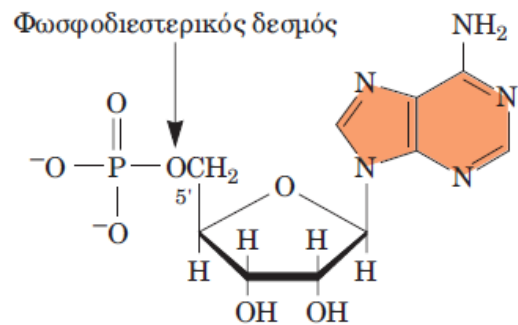
**5'-Μονοφωσφορική κυτιδίνη**  
(ή CMP ή κυτιδυλικό οξύ)



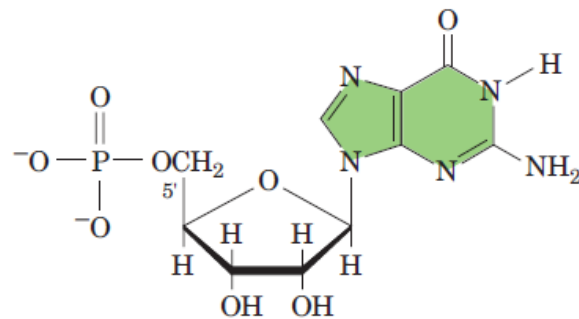
**5'-Μονοφωσφορική ουριδίνη**  
(ή UMP ή ουριδυλικό οξύ)



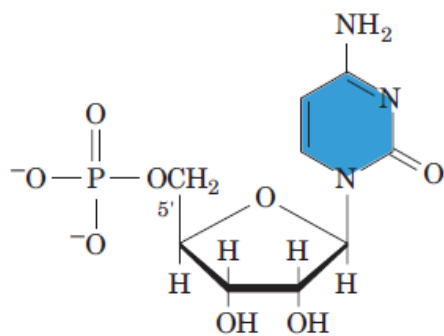
**Ένα 3'-Μονοφωσφορικό**  
**νουκλεοσίδιο 3'-AMP**



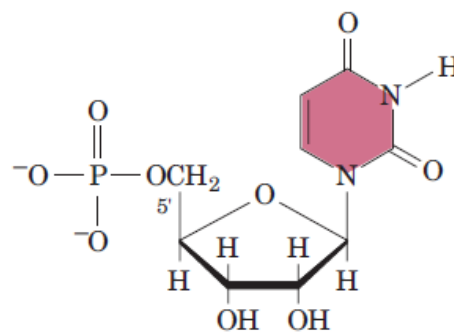
**5'-Μονοφωσφορική αδενοσίνη**  
(ή AMP ή αδενυλικό οξύ)



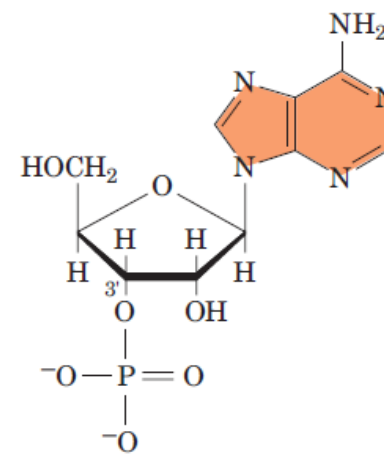
**5'-Μονοφωσφορική γουανοσίνη**  
(ή GMP ή γουανυλικό οξύ)



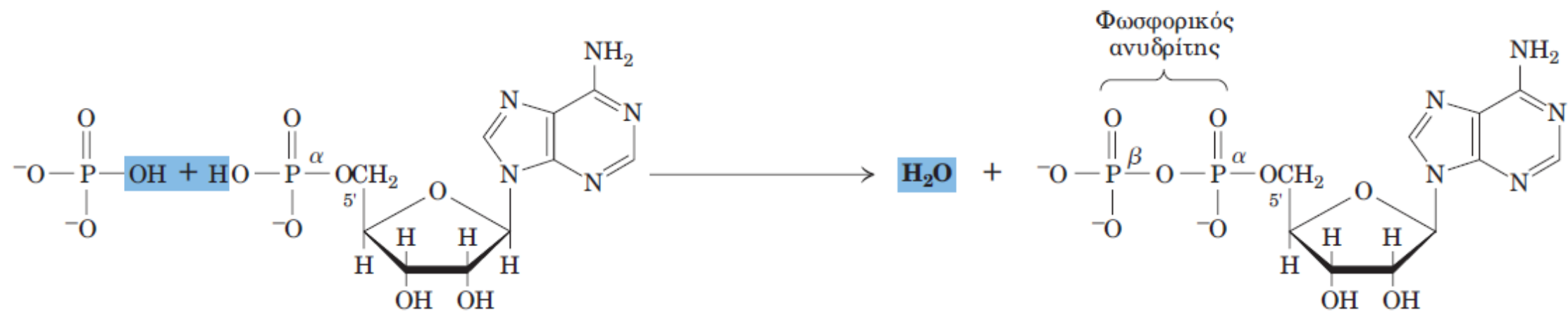
**5'-Μονοφωσφορική κυτιδίνη**  
(ή CMP ή κυτιδυλικό οξύ)



**5'-Μονοφωσφορική ουριδίνη**  
(ή UMP ή ουριδυλικό οξύ)



**Ένα 3'-Μονοφωσφορικό νουκλεοσίδιο 3'-AMP**

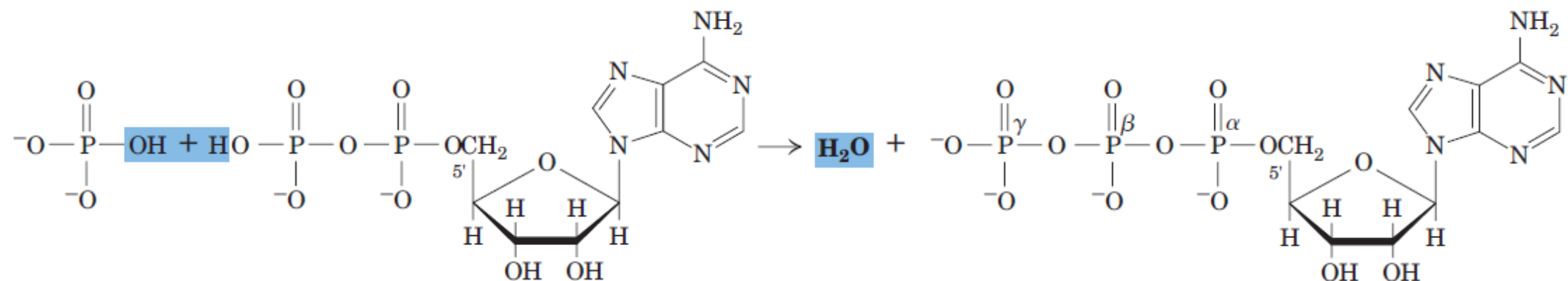


Φωσφορικό ( $P_i$ ) + AMP (5'-μονοφωσφορική αδενοσίνη)

Νερό

+

ADP (5'-διφωσφορική αδενοσίνη)

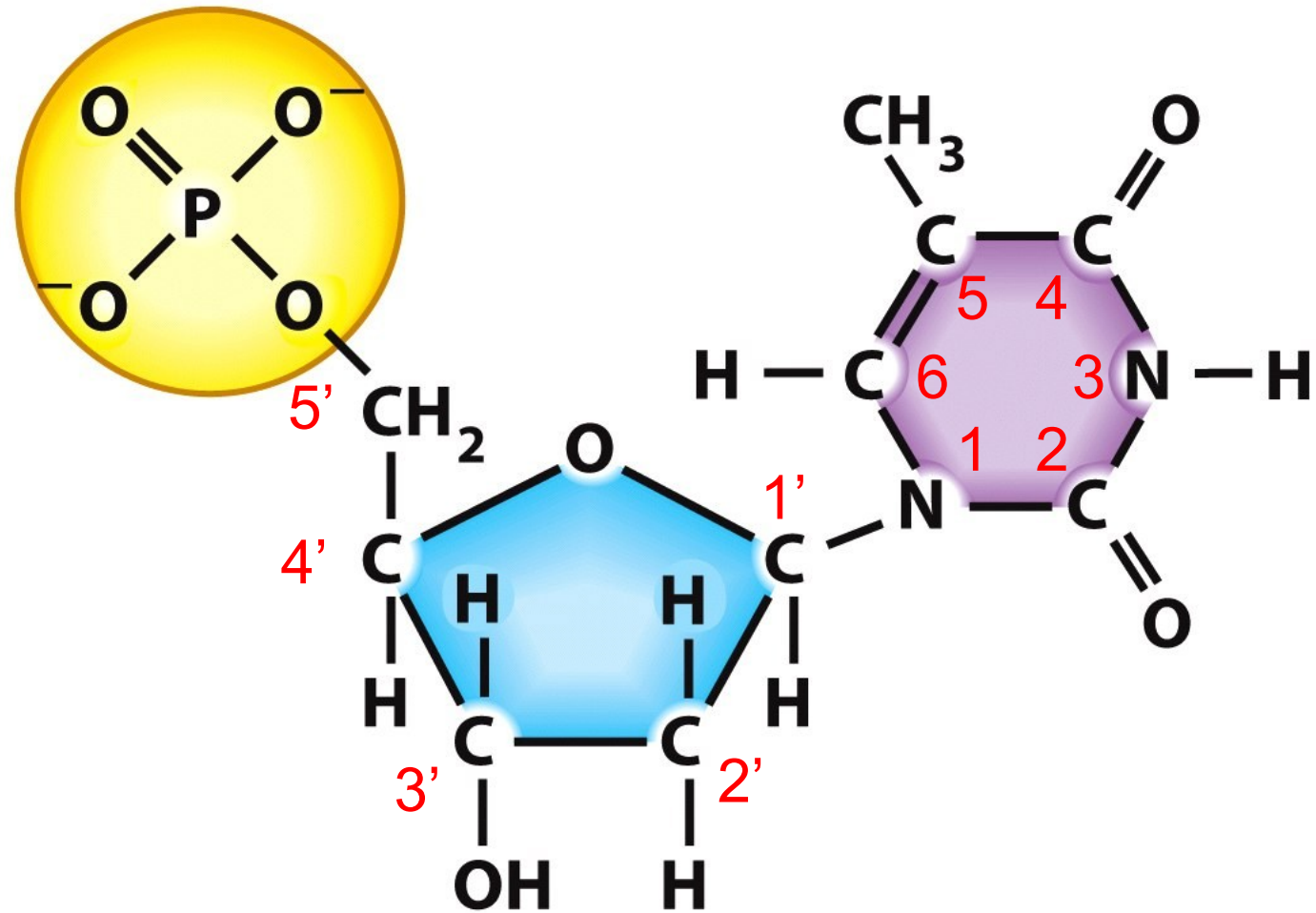


Φωσφορικό + ADP

ATP (5'-τριφωσφορική αδενοσίνη)

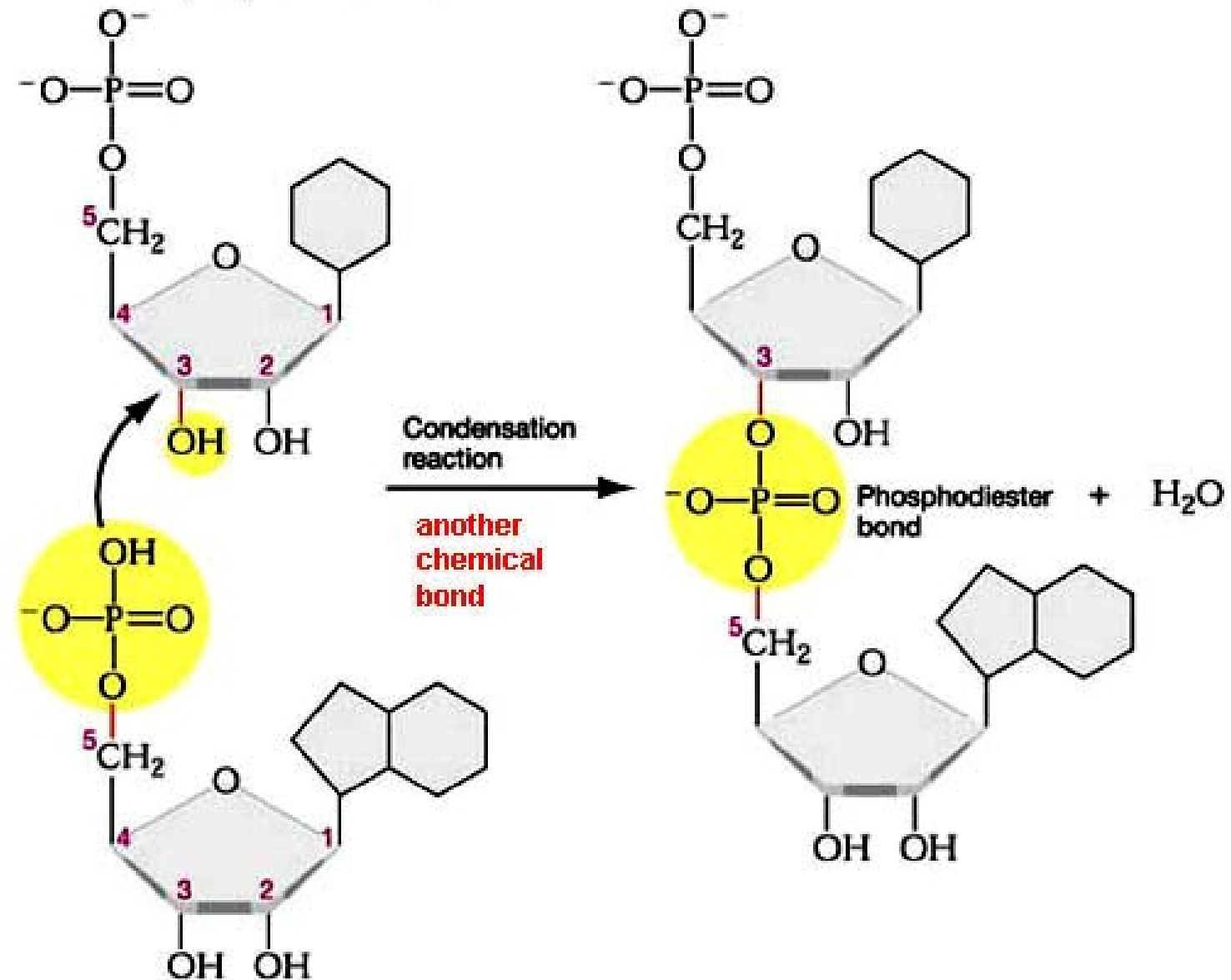
- Πρόσθετες φωσφορικές ομάδες μπορούν να συνδεθούν στη φωσφορική ομάδα ενός νουκλεοτιδίου μέσω **δεσμών φωσφορικού ανυδρίτη**.
- Η προσθήκη δεύτερης φωσφορικής ομάδας στο AMP οδηγεί στο **ADP (adenosine 5'-diphosphate)**.
  - Η προσθήκη τρίτης φωσφορικής ομάδας οδηγεί στο **ATP (adenosine 5'-triphosphate)**.
    - Οι φωσφορικές ομάδες συμβολίζονται ως **α, β και γ**, όπου:
      - Η **α-φωσφορική ομάδα** συνδέεται άμεσα με την πεντόζη.
  - Αντίστοιχα, τα **GTP, CTP και UTP** είναι τα άλλα 5'-τριφωσφορικά ριβονουκλεοτίδια.
    - Στα κύτταρα απαντώνται ελεύθερα:
      - 5'-μονοφωσφορικά (NMP)
      - 5'-διφωσφορικά (NDP)
      - 5'-τριφωσφορικά (NTP) νουκλεοτίδια
  - Υπάρχουν επίσης τα αντίστοιχα **δεοξυριβονουκλεοτίδια**:
    - dAMP, dADP, dATP
    - dGMP, dGDP, dGTP
    - dCMP, dCDP, dCTP
    - dUMP, dUDP, dUTP
    - dTMP, dTDP, dTTP

5' end



3' end

# Formation of phosphodiester bond



- Τα νουκλεοτίδια στο DNA και στο RNA συνδέονται μεταξύ τους μέσω **φωσφοδιεστερικών δεσμών**.
  - Ο δεσμός σχηματίζεται μεταξύ:
    - της **3'-υδροξυλομάδας (–OH)** ενός νουκλεοτιδίου
    - και της **5'-φωσφορικής ομάδας** του επόμενου.
- Κατά τον πολυμερισμό, η 3'-OH ομάδα επιτίθεται στο α-φωσφορικό του εισερχόμενου (d)NTP και απομακρύνεται πυροφωσφορικό (PPi).

Η υδρόλυση του PPi ευνοεί θερμοδυναμικά την αντίδραση.
- Ο φωσφοδιεστερικός δεσμός σχηματίζει τον **σακχαροφωσφορικό σκελετό** του DNA/RNA.
  - Προσδίδει σταθερότητα και κατεύθυνση στην αλυσίδα (**5' → 3'**).
- Είναι απαραίτητος για την **πολυμεριστική σύνθεση των νουκλεϊκών οξέων**.