



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Βιοχημεία - Αρχές Βιοτεχνολογίας

Ενότητα 2: Αμινοξέα, Πρωτεΐνες και δομή  
λειτουργίας Πρωτεϊνών  
Γεώργιος Παπαδόπουλος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων

## Βιοχημεία - Αρχές Βιοτεχνολογίας

**Ενότητα 2:** Αμινοξέα, Πρωτεΐνες και δομή  
λειτουργίας Πρωτεϊνών

Γεώργιος Παπαδόπουλος

Καθηγητής

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

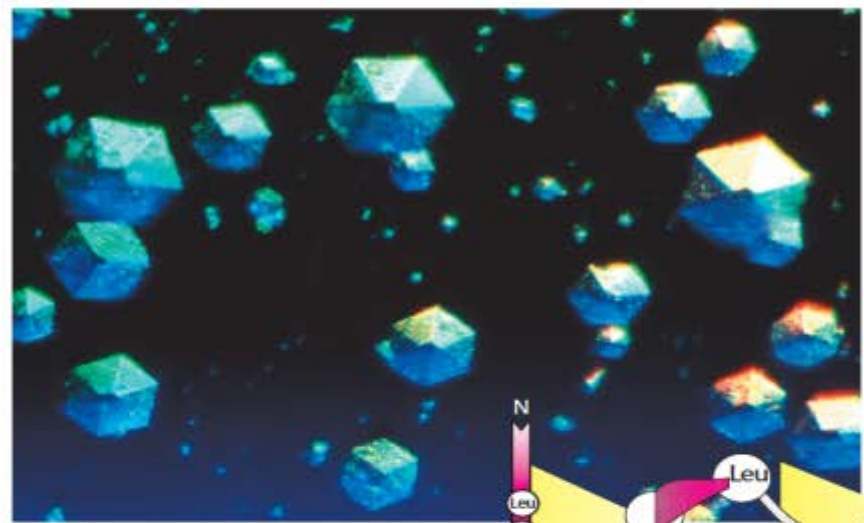


ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

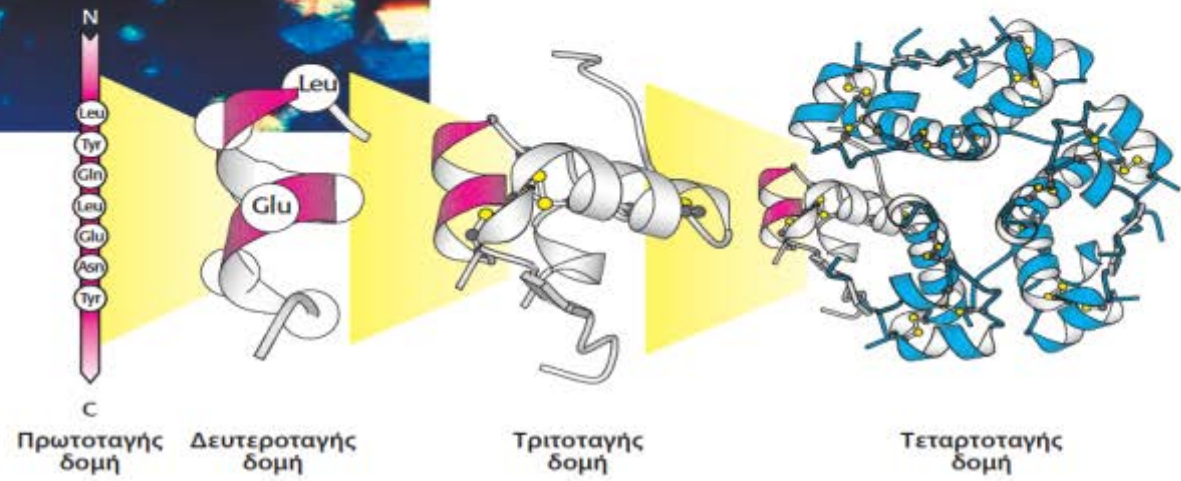
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



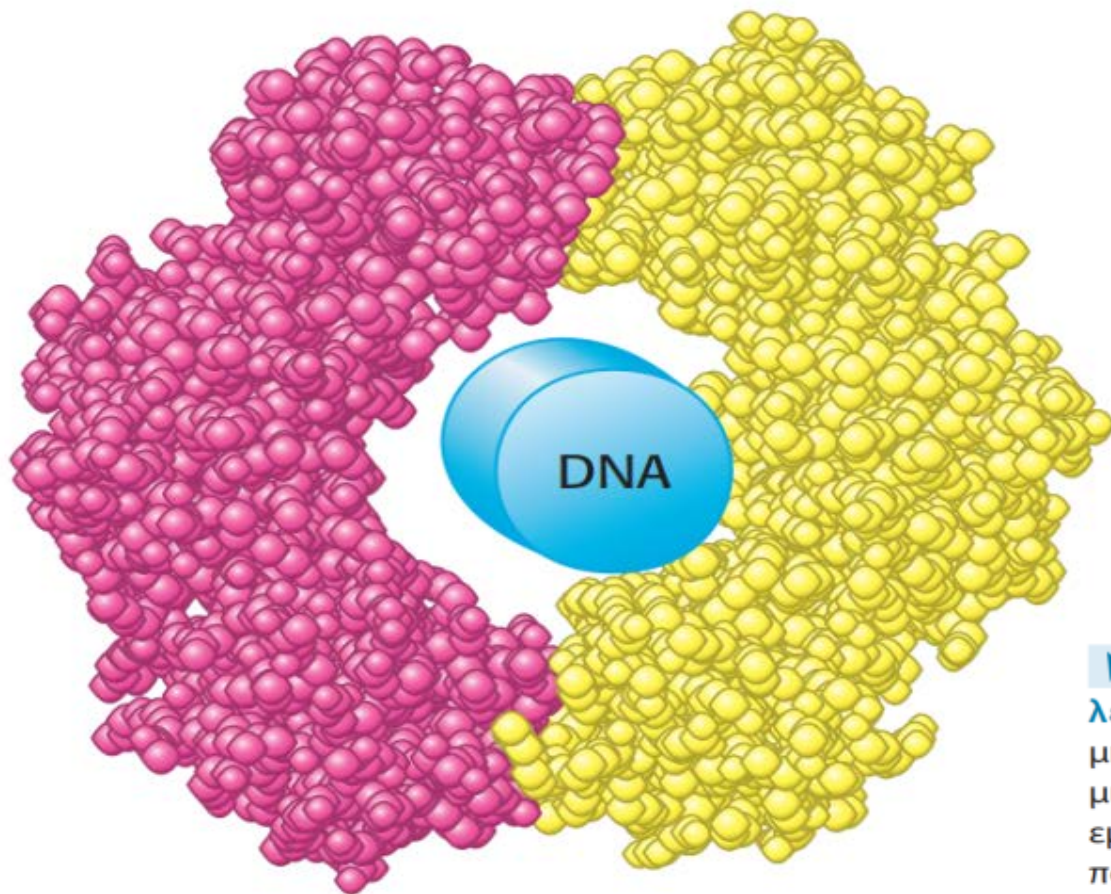
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



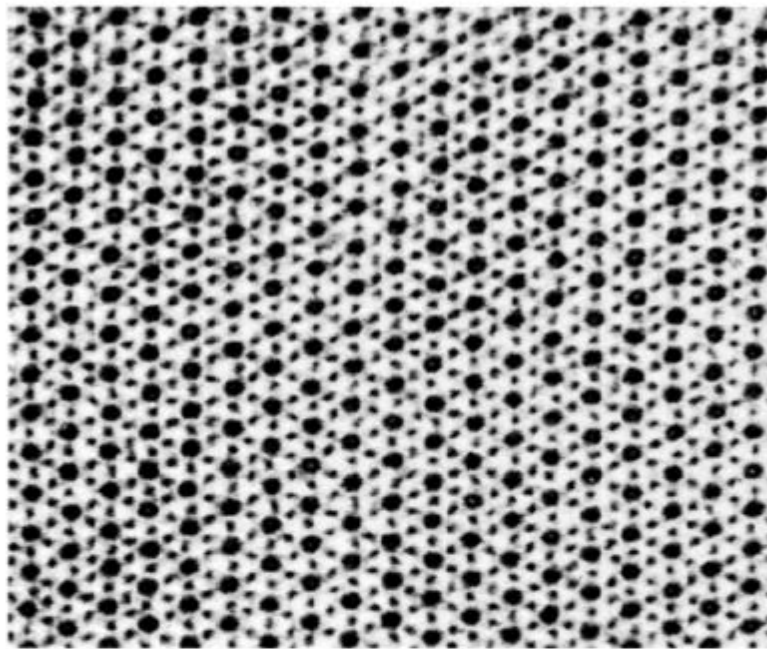
Κρυστάλλοι ανθρώπινης ινσουλίνης. Η ινσουλίνη είναι μια πρωτεϊνική ορμόνη, απολύτως απαραίτητη για τη διατήρηση των επιπέδων του σακχάρου στο αίμα. (Κάτω) Αυτό που προσδιορίζει μια πρωτεΐνη όπως η ινσουλίνη είναι οι αλυσίδες αμινοξέων σε συγκεκριμένη αλληλουχία (πρωτοταγής δομή). Οι αλυσίδες αυτές αναδιπλώνονται σε απόλυτα συγκεκριμένες δομές (τριτοταγής δομή) που, στην περίπτωση αυτή, αποτελούν ένα μόριο ινσουλίνης. Αυτές οι τριτοταγείς δομές ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν σύμπλοκα, όπως φαίνεται στο άκρο δεξιά, που στην περίπτωση της ινσουλίνης αποτελούνται από έξι μόρια τεταρτοταγούς δομής. Τα σύμπλοκα αυτά μπορούν συχνά να σχηματίσουν σαφώς καθορισμένους κρυστάλλους, όπως στη φωτογραφία αριστερά. Μελετώντας τους κρυστάλλους μπορούμε να προσδιορίσουμε τις λεπτομέρειες της δομής αυτής. [(Αριστερά): Alfred Pasieka/Photo Researchers.]





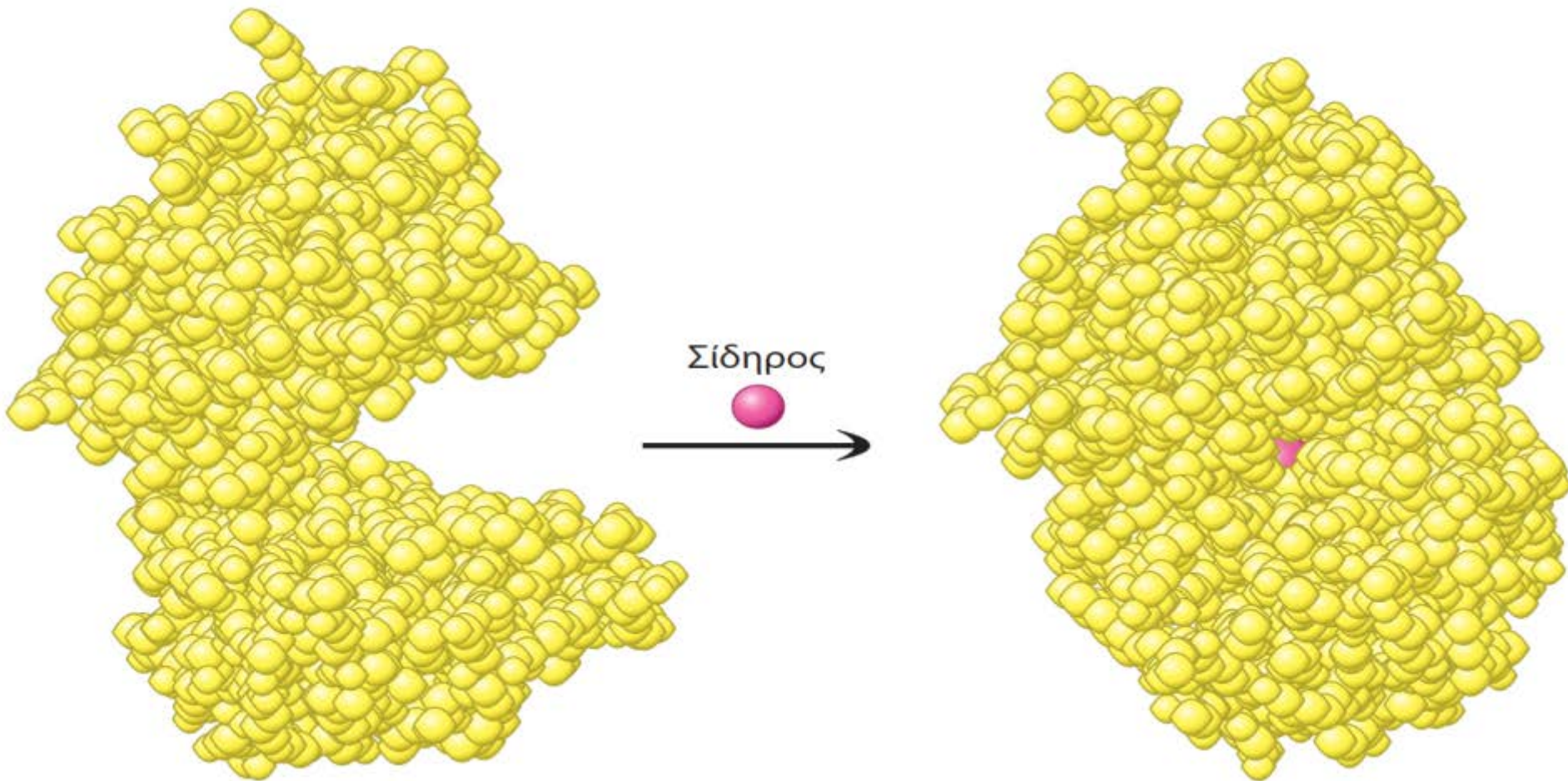


**ΕΙΚΟΝΑ 2.1** Η δομή καθορίζει τη λειτουργία. Ένα πρωτεϊνικό συστατικό του μηχανισμού αντιγραφής του DNA περιβάλλει μια περιοχή της διπλής έλικας του DNA που εμφανίζεται ως κύλινδρος. Η πρωτεΐνη, που αποτελείται από δύο πανομοιότυπες υπομονάδες (σε κόκκινο και κίτρινο), λειτουργεί ως τανάλια και επιτρέπει σε ένα μεγάλο τμήμα του DNA να αντιγραφεί χωρίς να απομακρυνθεί ο μηχανισμός αντιγραφής από το DNA. [Σχεδιάστηκε από 2POL.pdb.]



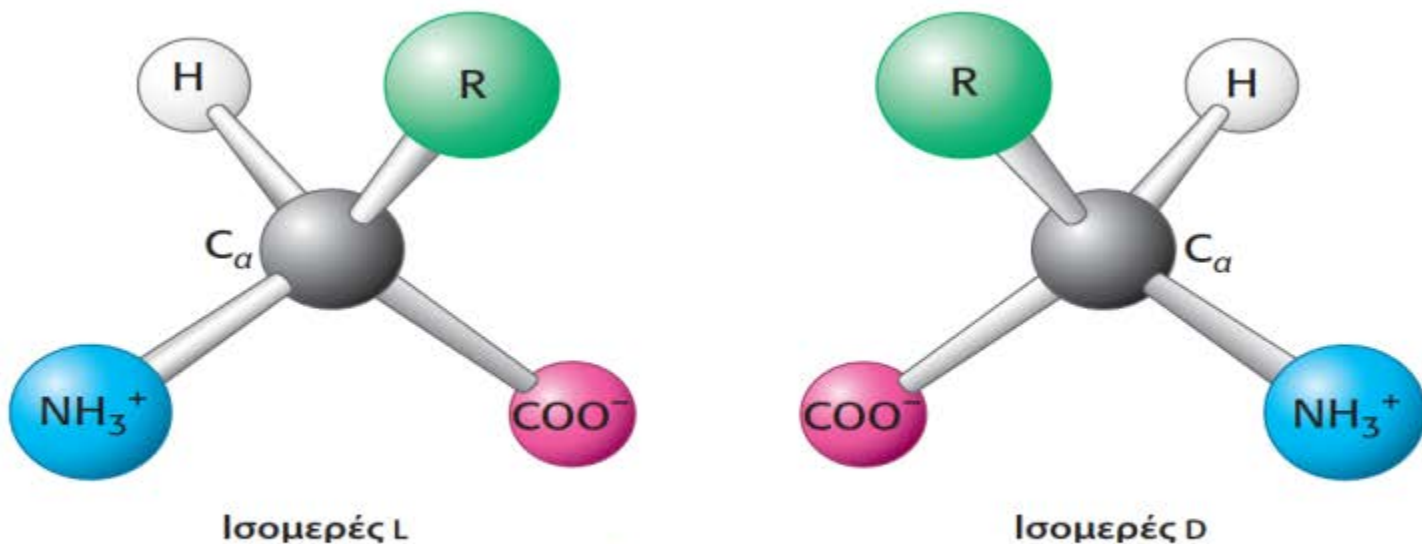
**ΕΙΚΟΝΑ 2.2 Ένα πολύπλοκο συγκρότημα πρωτεϊνών.** Μια ηλεκτρονιομικρογραφία εγκάρσιας τομής από ιστό πτητικού μυός εντόμου εμφανίζει εξαγωνική διάταξη δύο πρωτεϊνικών νηματίων. [Ευγενική προσφορά Dr. Michael Reedy.]





**ΕΙΚΟΝΑ 2.3 Ευκαμψία και λειτουργία.** Η πρωτεΐνη λακτοφερρίνη όταν δεσμεύει σίδηρο αλλάζει δομή, επιτρέποντας έτσι σε άλλα μόρια να ξεχωρίσουν το μόριο που έχει σίδηρο από εκείνο που δεν έχει. [Σχεδιασμένο από 1 LFH.pdb και 1 LFG.pdb.]

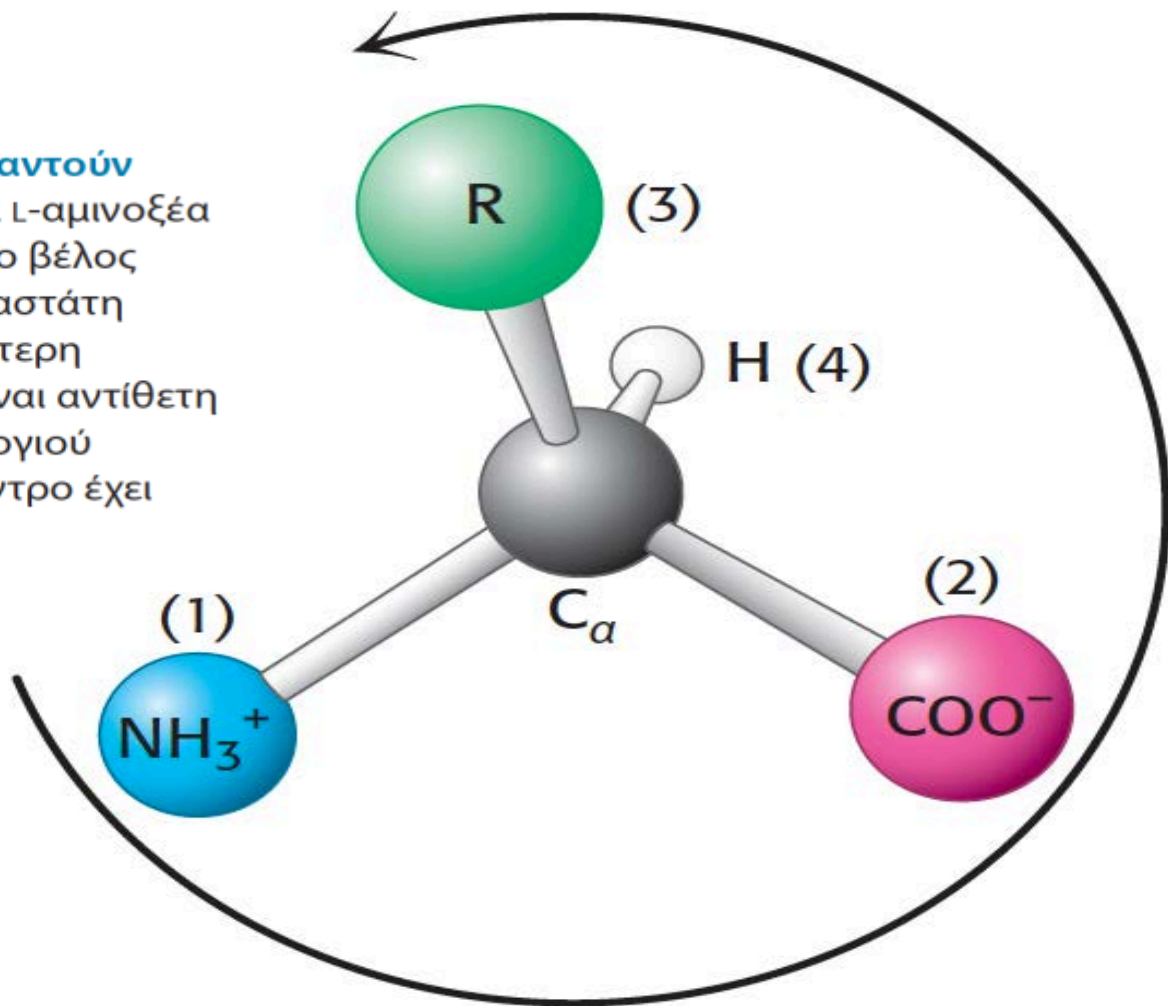


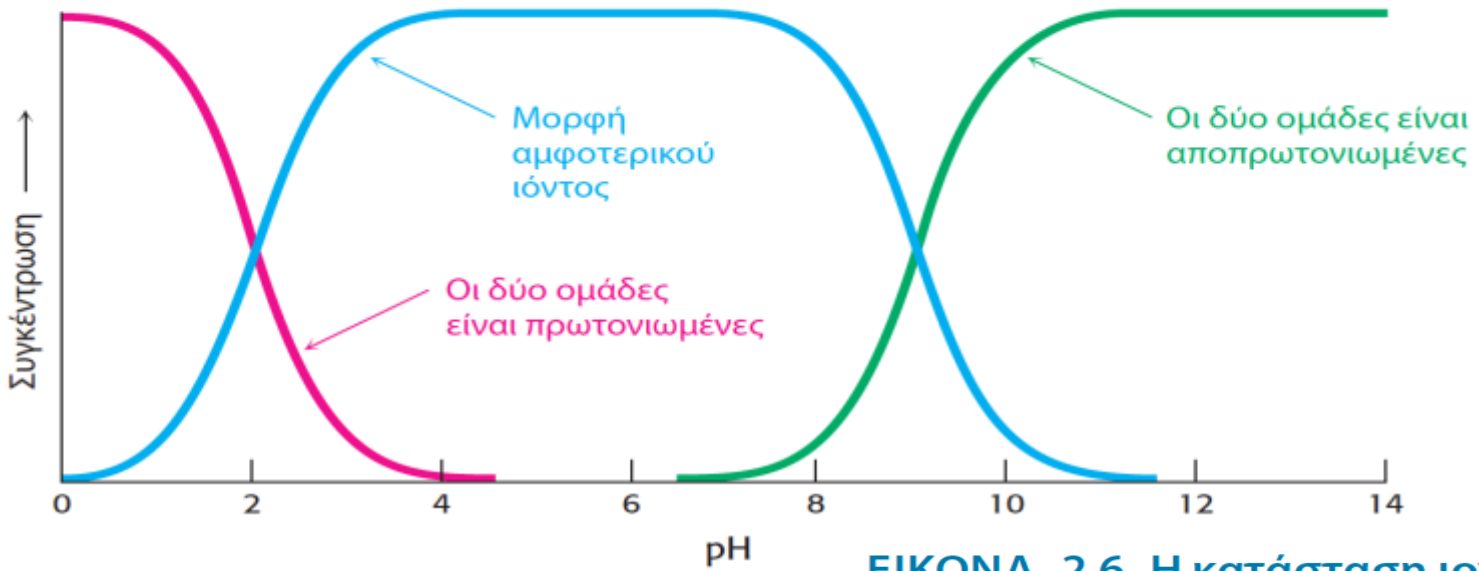
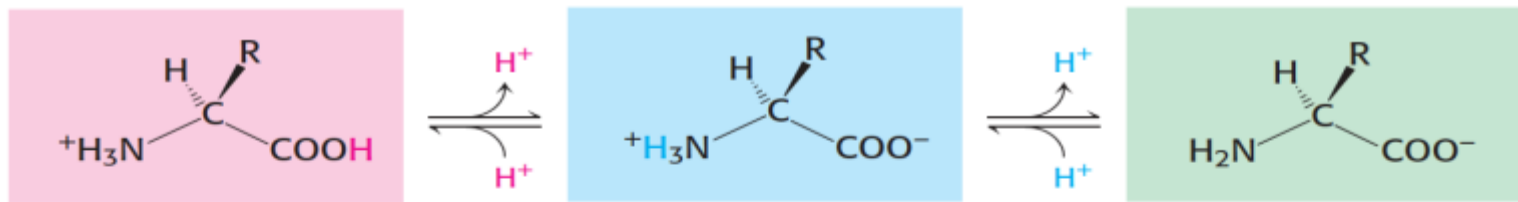


**ΕΙΚΟΝΑ 2.4 Τα L- και D- ισομερή των αμινοξέων.** Το γράμμα R αναφέρεται στην πλευρική αλυσίδα. Τα ισομερή L- και D- είναι το ένα είδωλο του άλλου σε επίπεδο κάτοπτρο.

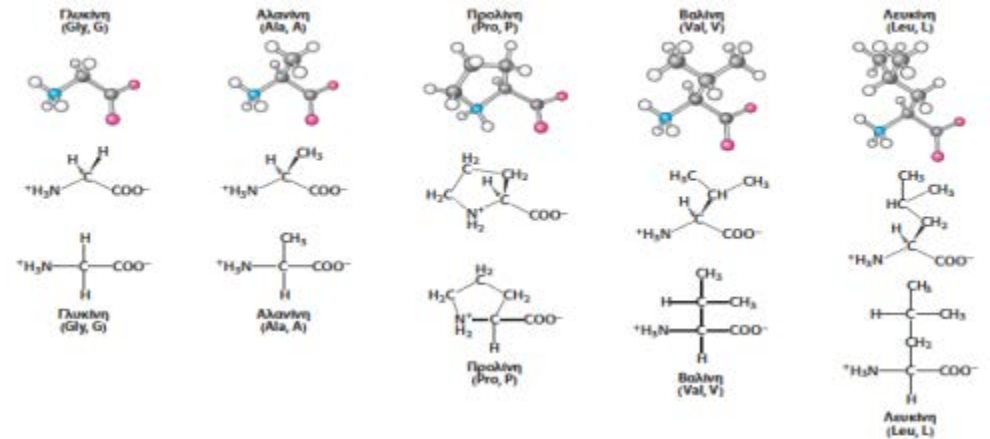


**ΕΙΚΟΝΑ 2.5** Στις πρωτεΐνες απαντούν μόνο L-αμινοξέα. Όλα σχεδόν τα L-αμινοξέα έχουν απόλυτη διαμόρφωση S. Το βέλος δείχνει τη φορά από τον υποκαταστάτη με τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη προτεραιότητα, η οποία φορά είναι αντίθετη από εκείνη των δεικτών του ρολογιού και επομένως το χειρόμορφο κέντρο έχει διαμόρφωση S.

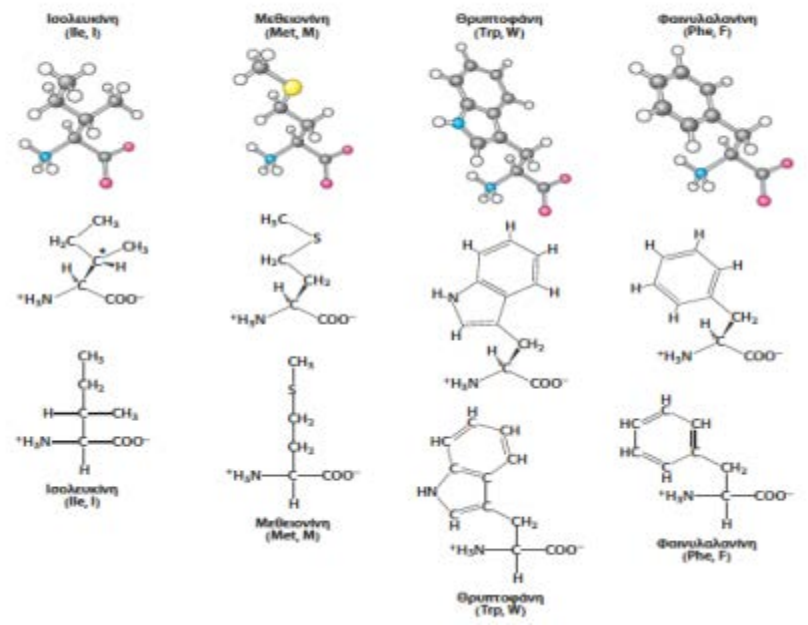




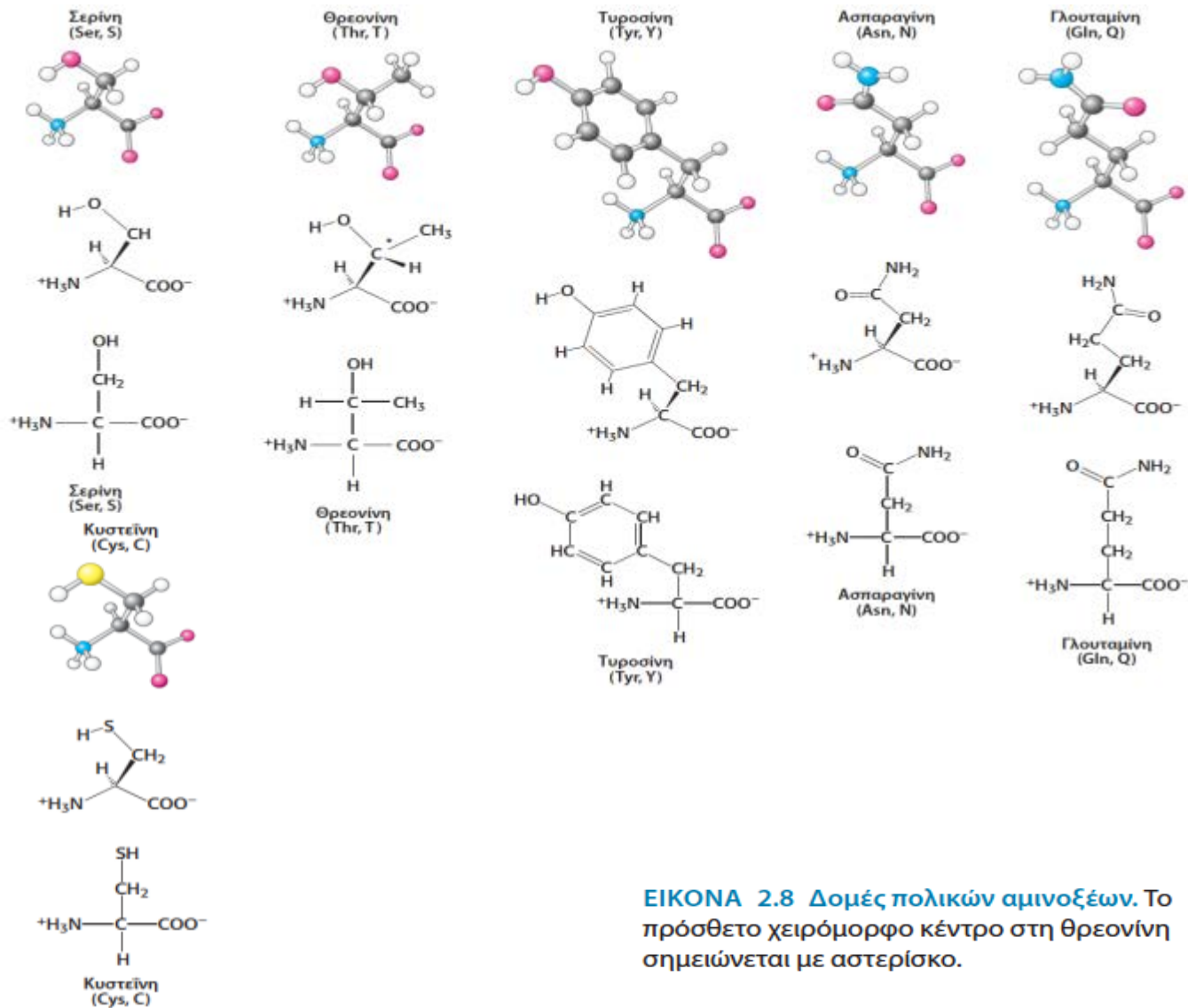
**ΕΙΚΟΝΑ 2.6** Η κατάσταση ιοντισμού των αμινοξέων ως συνάρτηση του pH. Η κατάσταση ιοντισμού των αμινοξέων μεταβάλλεται όταν αλλάζει το pH. Η μορφή αμφοτερικού ιόντος υπερισχύει όταν η τιμή του pH βρίσκεται κοντά στη φυσιολογική.



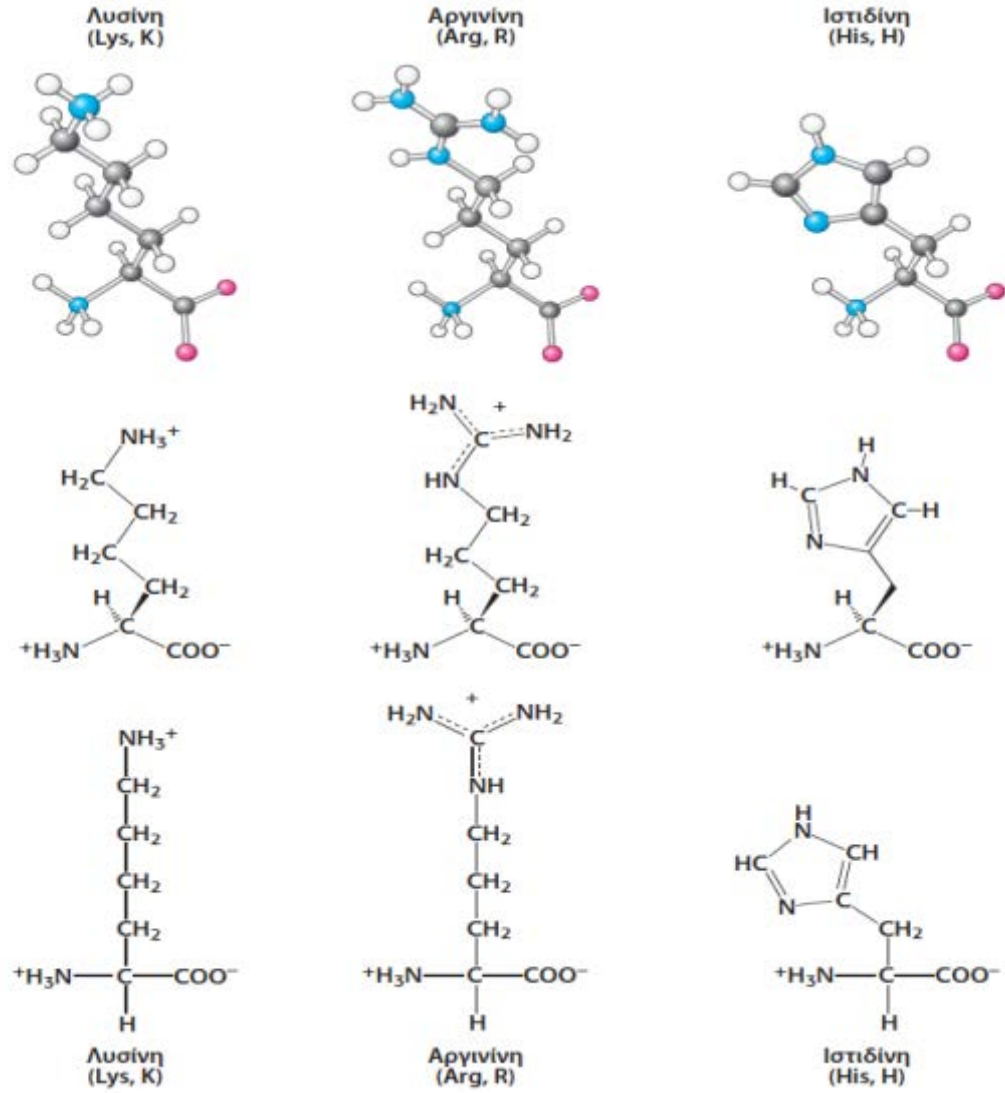
**ΕΙΚΟΝΑ 2.7 Δομές υδρόφοβων αμινοξέων.** Για κάθε αμινοξύ, το μοντέλο με σφαίρες και ράβδους (επάνω) δείχνει τη διάταξη των ατόμων και των δεσμών στον χώρο. Ένας στερεοχημικός ρεαλιστικός τύπος δείχνει τη γεωμετρική διάταξη των δεσμών γύρω από τα άτομα (μέσον), και η προβολή Fischer (κάτω) δείχνει όλους τους δεσμούς κάθετους για απλούστευση της απεικόνισης (βλ. Κεφάλαιο 1-Παράρτημα). Το δεύτερο χειρόμορφο άτομο άνθρακα της ισολευκίνης σημειώνεται με αστερίσκο.



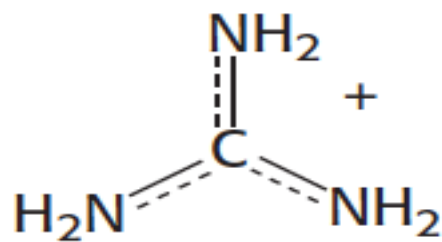




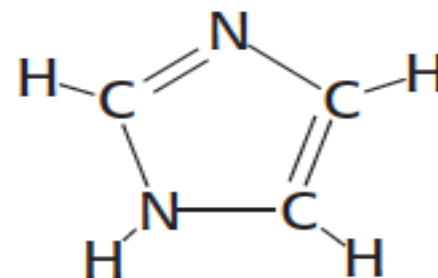
**ΕΙΚΟΝΑ 2.8** Δομές πολικών αμινοξέων. Το πρόσθετο χειρόμορφο κέντρο στη θρεονίνη σημειώνεται με αστερίσκο.



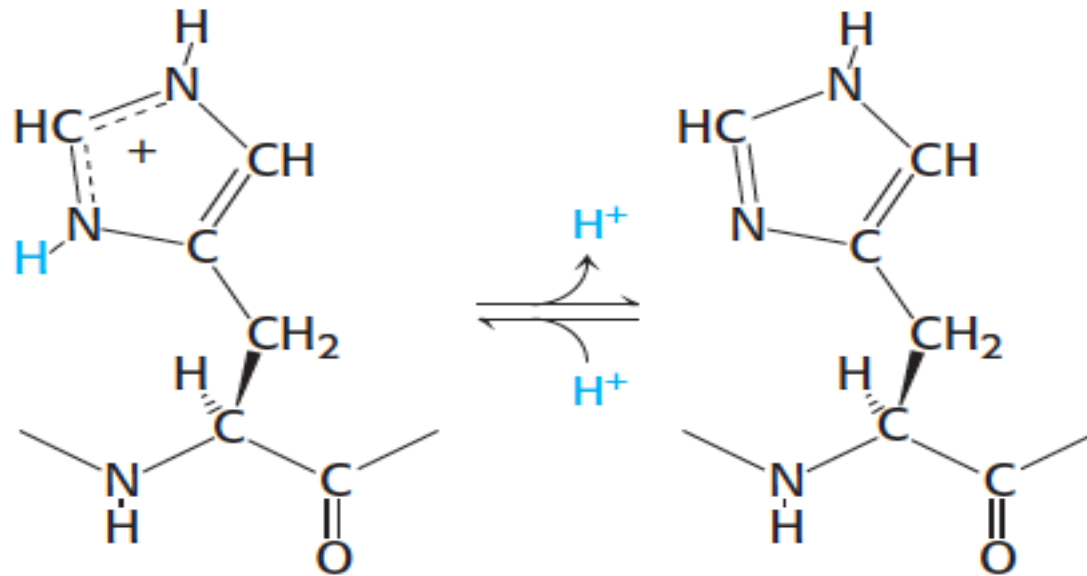
**ΕΙΚΟΝΑ 2.9** Τα θετικά φορτισμένα αμινοξέα λυσίνη, αργινίνη και ιστοιδίνη.



**Γουανιδινική ομάδα**



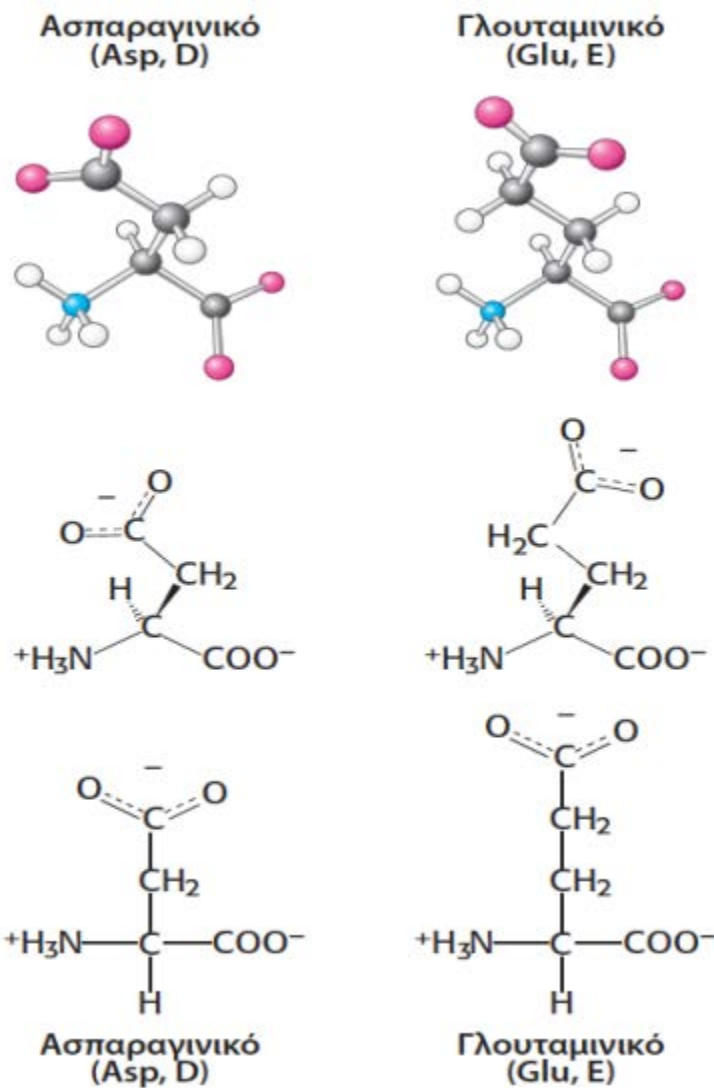
**Ιμιδαζόλιο**



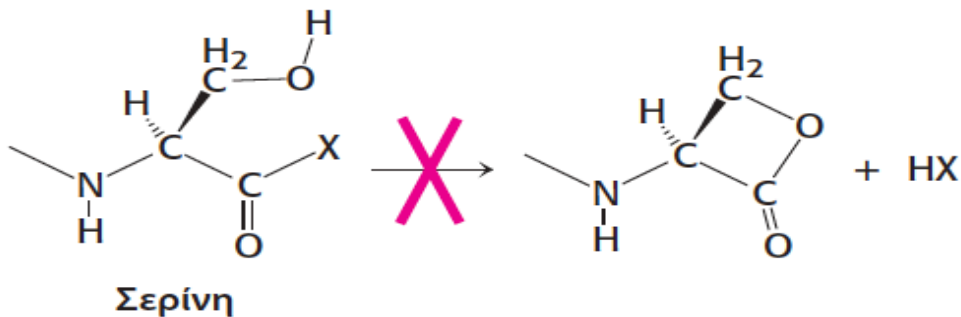
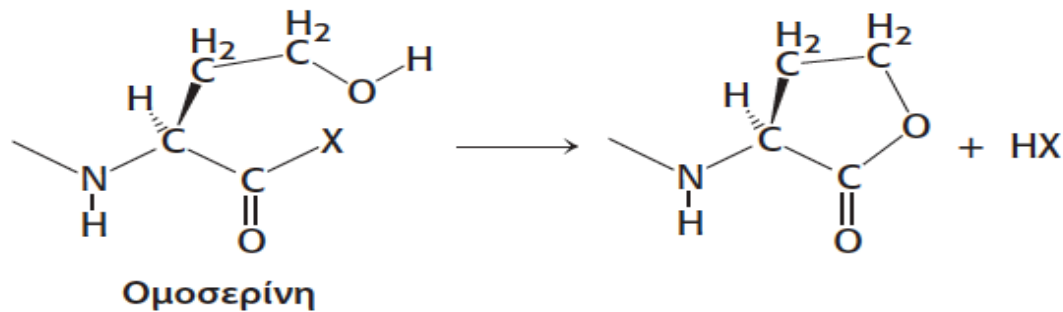
### ΕΙΚΟΝΑ 2.10 Ο ιοντισμός της ιστιδίνης.

Η ιστιδίνη μπορεί να δεσμεύει και να απελευθερώνει πρωτόνια κοντά στο φυσιολογικό pH.

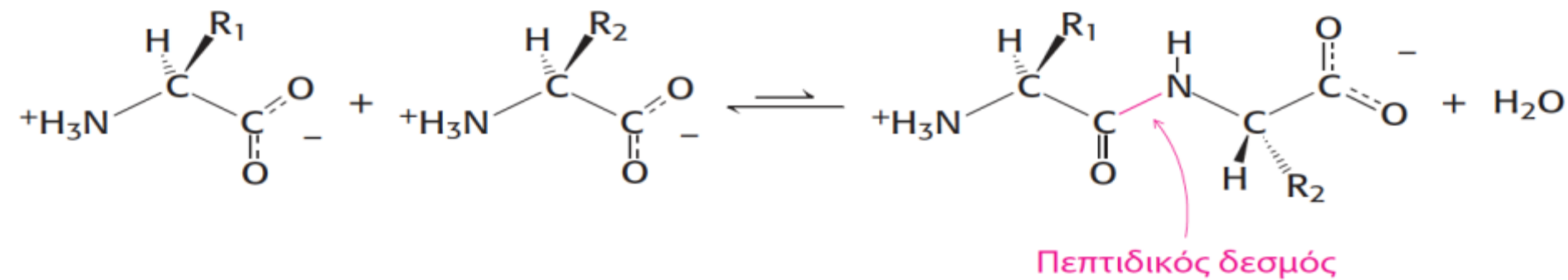




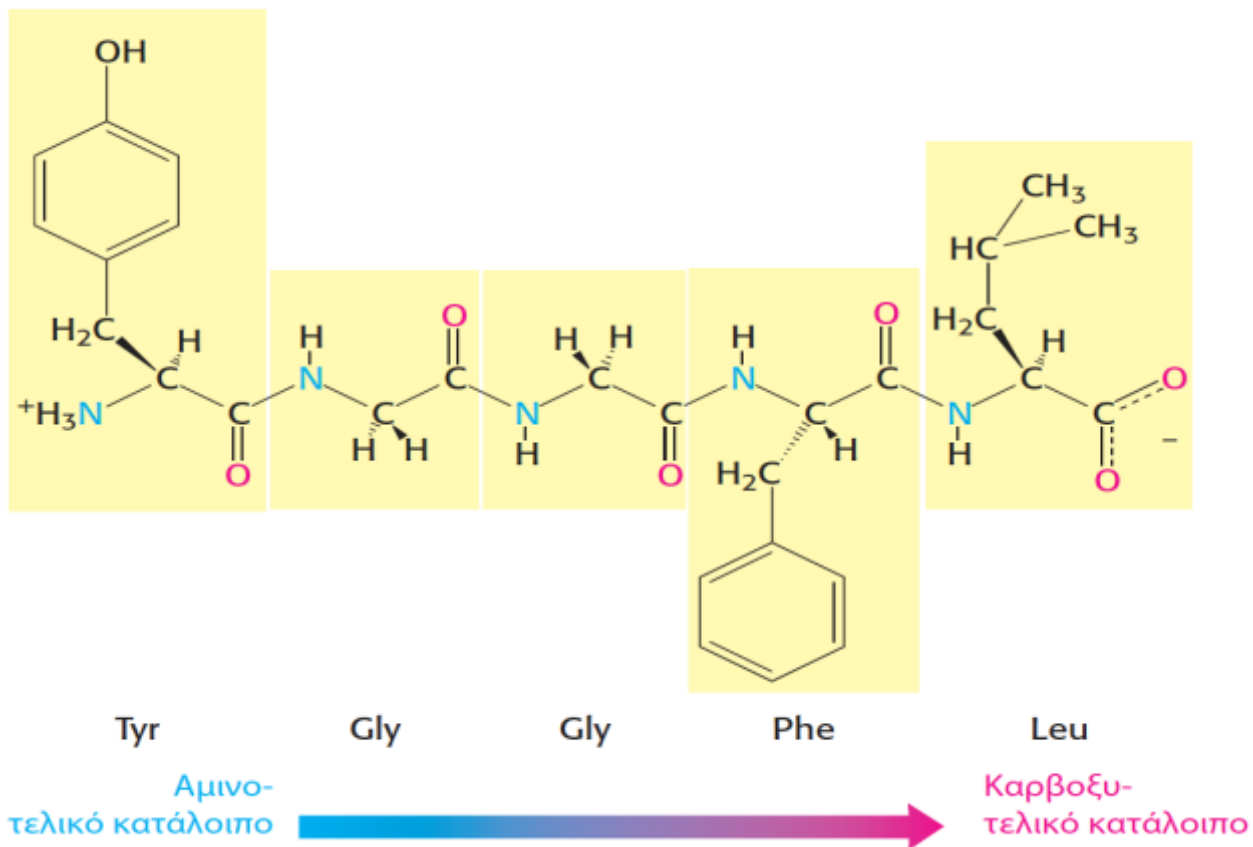
**ΕΙΚΟΝΑ 2.11** Αρνητικά φορτισμένα αμινοξέα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.12** **Ανεπιθύμητη δραστηριότητα στα αμινοξέα.** Μερικά αμινοξέα δεν είναι κατάλληλα για να συμπεριληφθούν σε πρωτεϊνικές δομές διότι έχουν την τάση να κυκλοποιούνται. Η ομοσερίνη σχηματίζει σταθερές δομές δακτυλίων που αποτελούνται από πέντε άτομα άνθρακα και αυτό έχει ως εν δυνάμει συνέπεια τη διάσπαση του πεπτιδικού δεσμού. Η κυκλοποίηση της σερίνης θα δημιουργούσε έναν δακτύλιο τεσσάρων ατόμων άνθρακα με δεσμούς υπό ένταση, άρα δεν ευνοείται στην περίπτωση αυτή. Το X στη δομή συμβολίζει την αμινική ομάδα ενός γειτονικού αμινοξέος ή κάποια άλλη ομάδα που μπορεί να απομακρυνθεί.

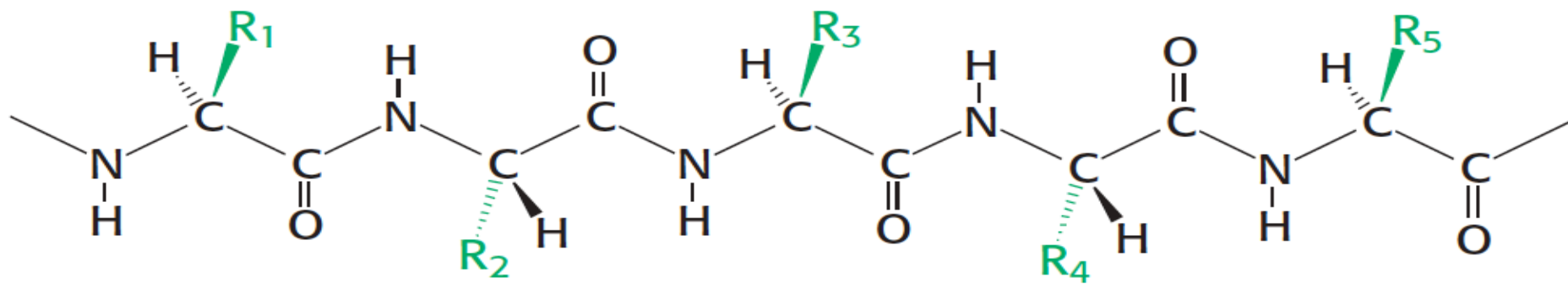


**ΕΙΚΟΝΑ 2.13 Σχηματισμός πεπτιδικού δεσμού.** Η σύνδεση δύο αμινοξέων συνοδεύεται από την απώλεια ενός μορίου ύδατος.

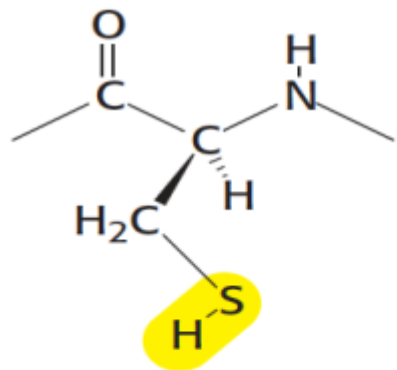


**ΕΙΚΟΝΑ 2.14** Η αλληλουχία αμινοξέων διαβάζεται προς μία μόνο κατεύθυνση. Η εικόνα του πενταπεπτιδίου Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu (YGGFL) δείχνει την αλληλουχία από το αμινο-τελικό προς το καρβοξυ-τελικό άκρο. Αυτό το πενταπεπτίδιο, η λευκίνο-εγκεφαλίνη, είναι ένα ενδογενές οπιοειδές που τροποποιεί την αντίληψη του πόνου από τον εγκέφαλο. Το αντίθετο πενταπεπτίδιο, το Leu-Phe-Gly-Gly-Tyr (LFGGY), είναι ένα διαφορετικό μόριο που δεν ασκεί καμία επίδραση στον εγκέφαλο.

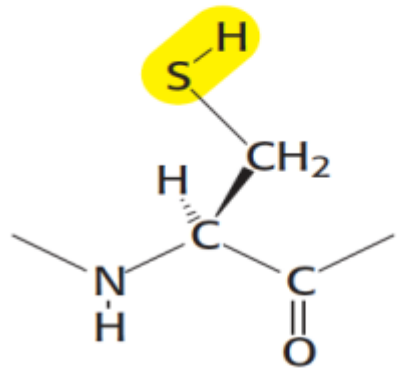
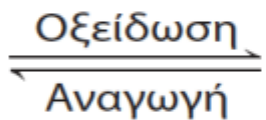




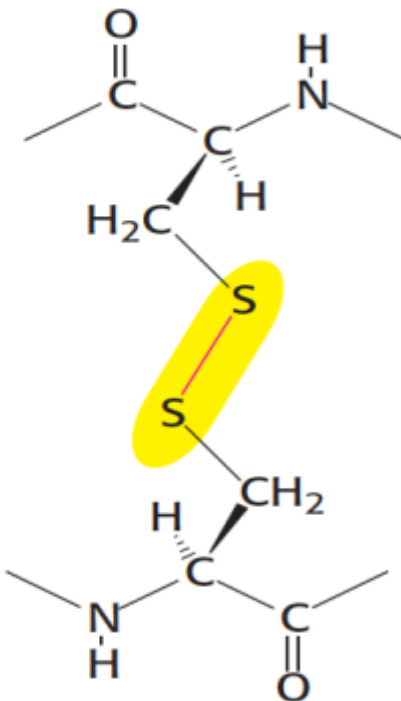
**ΕΙΚΟΝΑ 2.15** Οι συνιστώσες της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Η πολυπεπτιδική αλυσίδα αποτελείται από έναν σταθερό κορμό (μαύρο χρώμα) και μια ποικιλία πλευρικών αλυσίδων (πράσινο χρώμα).



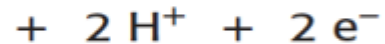
Κυστεΐνη



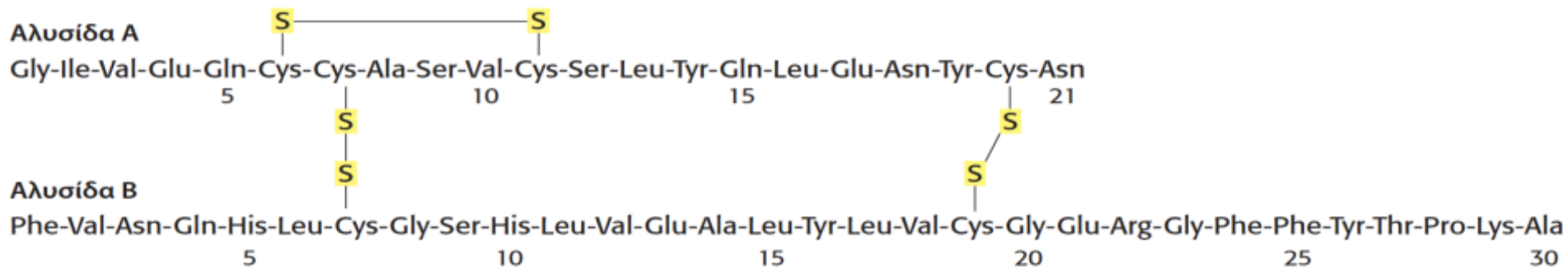
Κυστεΐνη



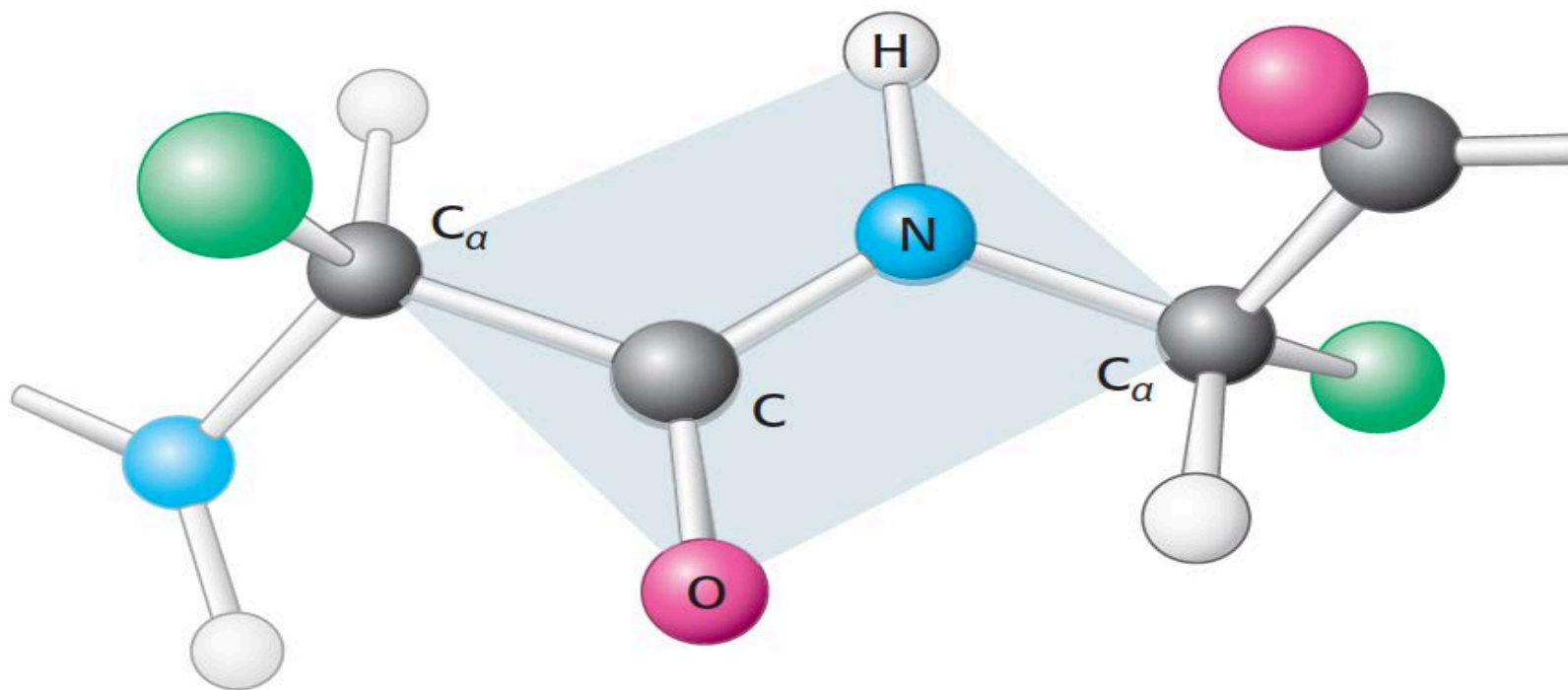
Κυστίνη



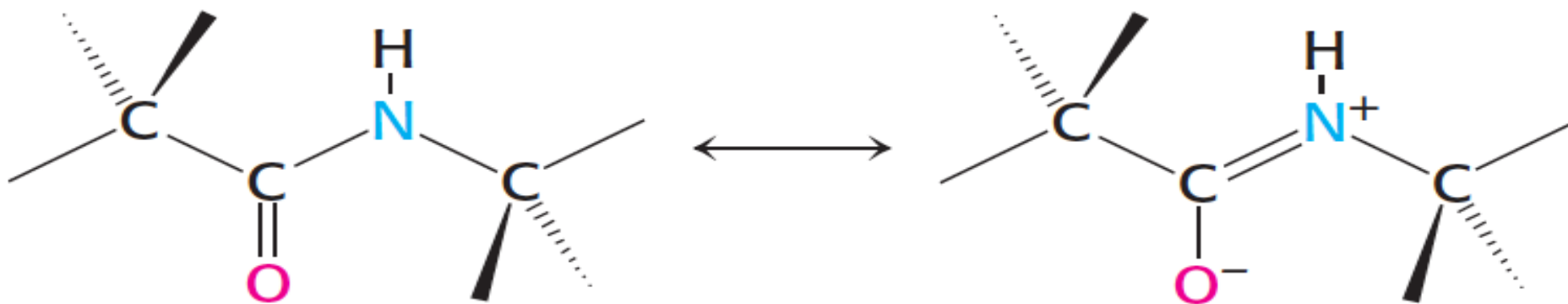
**ΕΙΚΟΝΑ 2.16 Διασυνδέσεις.** Ο σχηματισμός δισουλφιδικού δεσμού από δύο κατάλοιπα κυστεΐνης είναι οξειδωτική αντίδραση.



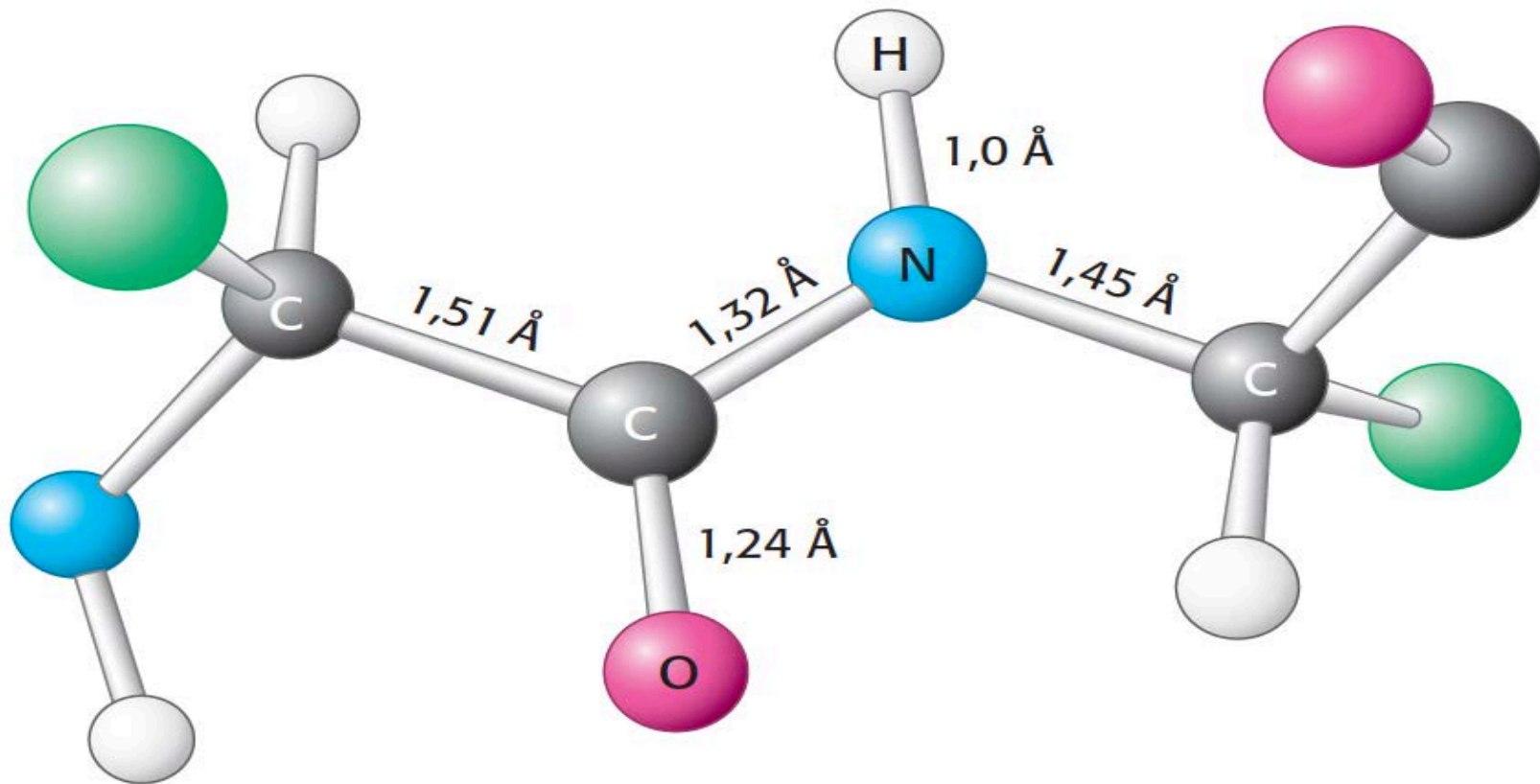
**ΕΙΚΟΝΑ 2.17** Αλληλουχία αμινοξέων της βόειας ινσουλίνης.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.18 Οι πεπτιδικοί δεσμοί είναι επίπεδοι.** Στο ζεύγος συνδεδεμένων αμινοξέων και τα έξι άτομα ( $C_{\alpha}$ ,  $C$ ,  $O$ ,  $N$ ,  $H$  και  $C_{\alpha}$ ) βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Οι πλευρικές αλυσίδες έχουν πράσινο χρώμα στο σχήμα.

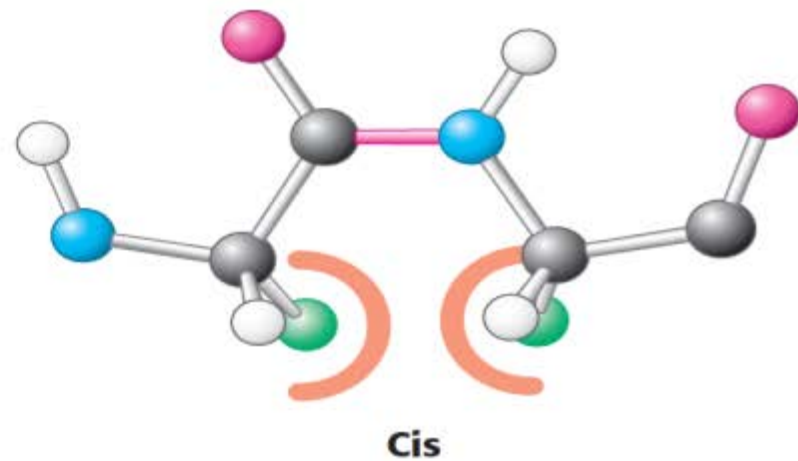
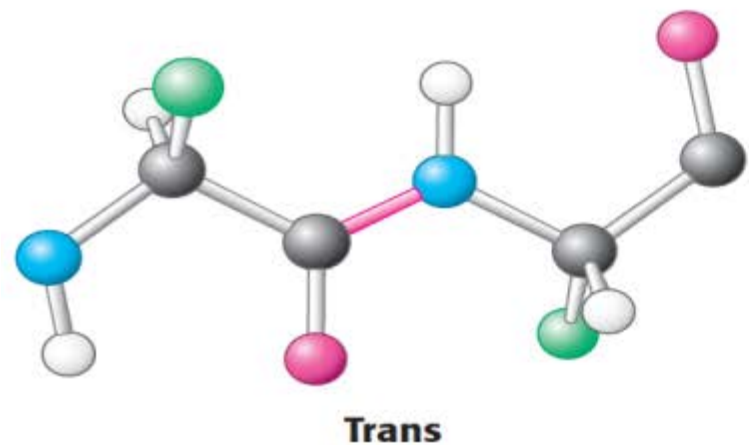


**Δομές συντονισμού του πεπτιδικού δεσμού**

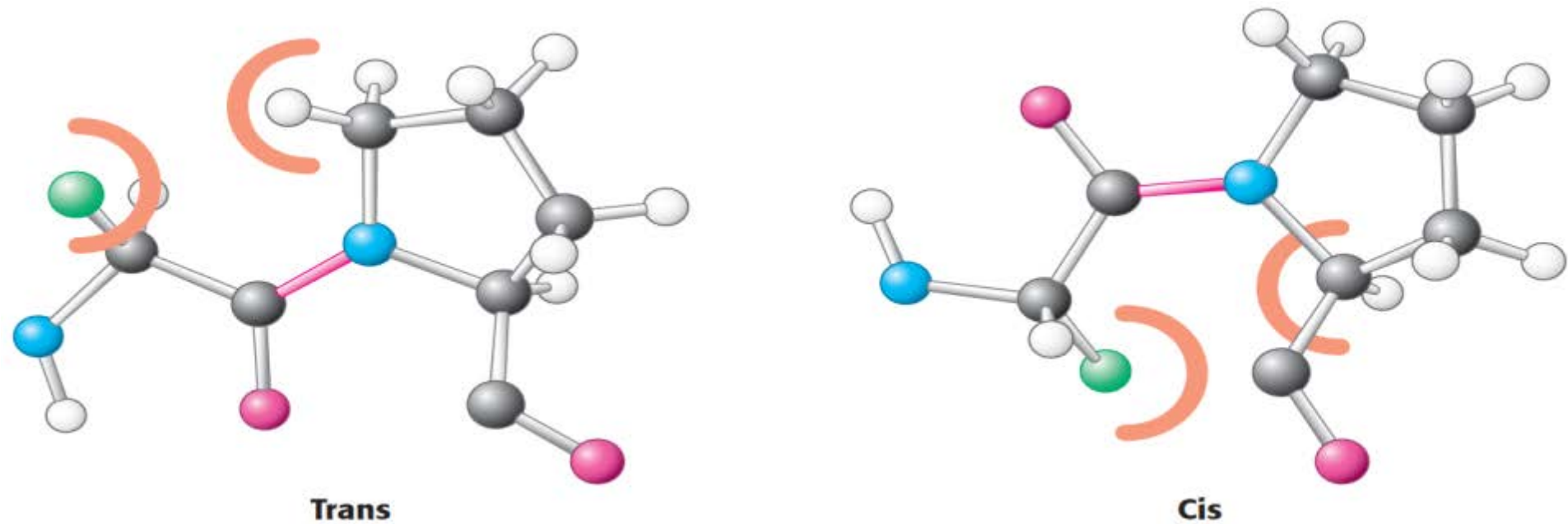


**ΕΙΚΟΝΑ 2.19** Τυπικές αποστάσεις μεταξύ των πεπτιδικών μονάδων. Μια πεπτιδική μονάδα εμφανίζεται εδώ σε διαμόρφωση trans (ετερόπλευρη).

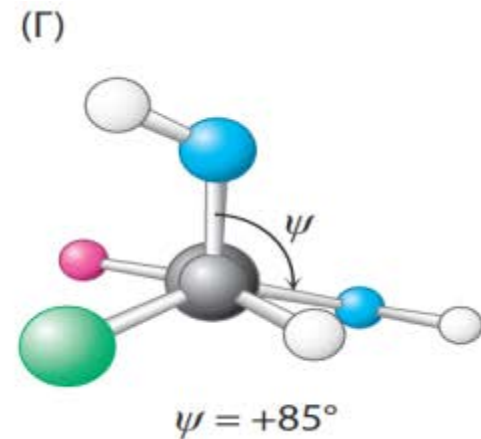
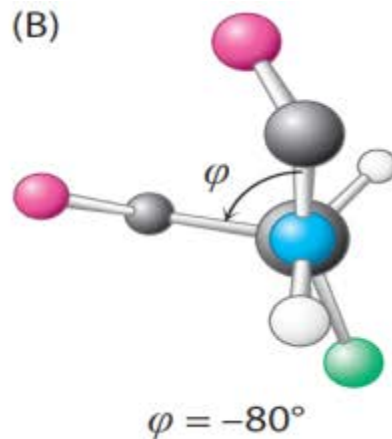
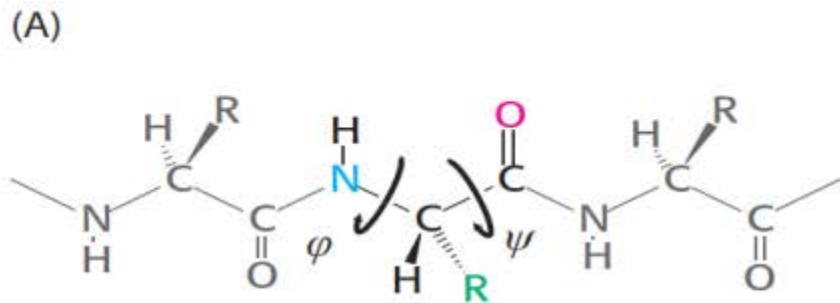




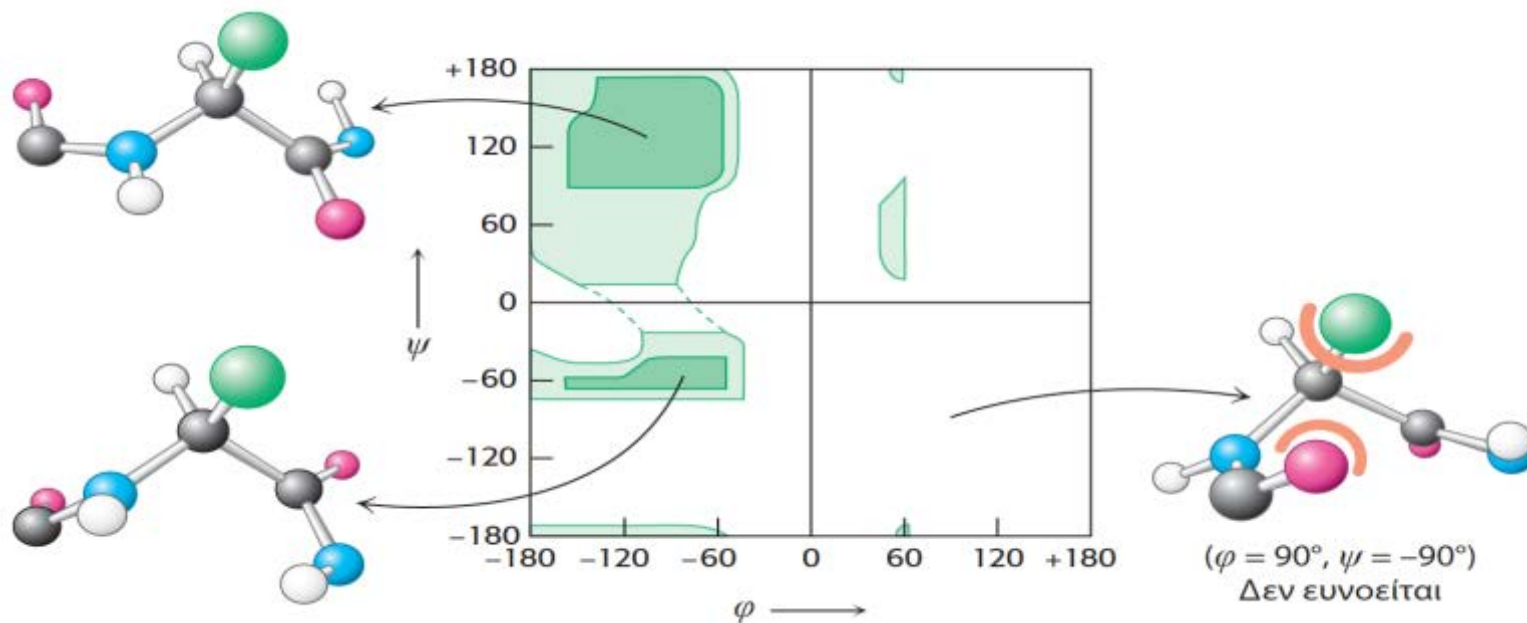
**ΕΙΚΟΝΑ 2.20** Πεπτιδικοί δεσμοί **trans** και **cis**. Η μορφή **trans** είναι ιδιαίτερα ευνοημένη διότι στη μορφή **cis** υπάρχουν προβλήματα στερικτών συγκρούσεων.



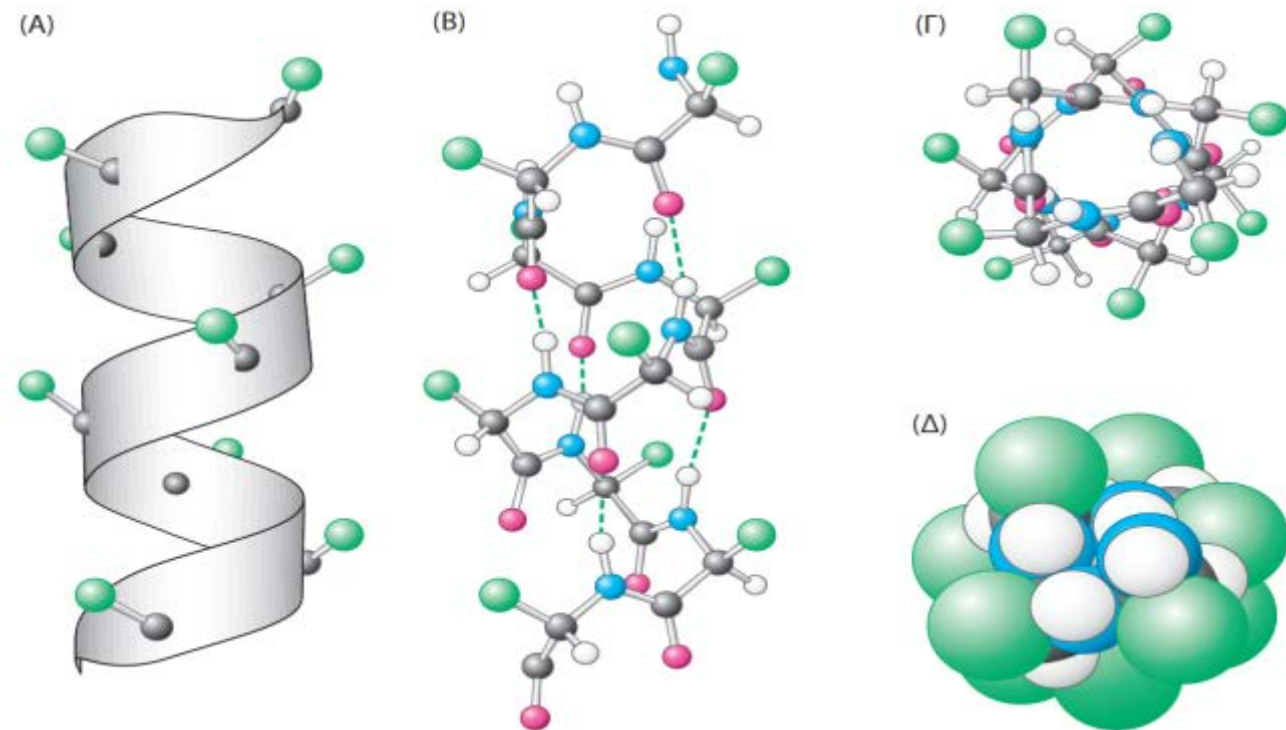
**ΕΙΚΟΝΑ 2.21 Δεσμοί Χ-προλίνης trans και cis.** Στην περίπτωση αυτή, η ενέργεια είναι περίπου ίδια διότι υπάρχουν αντίστοιχα προβλήματα στερικών συγκρούσεων και για τις δύο μορφές.



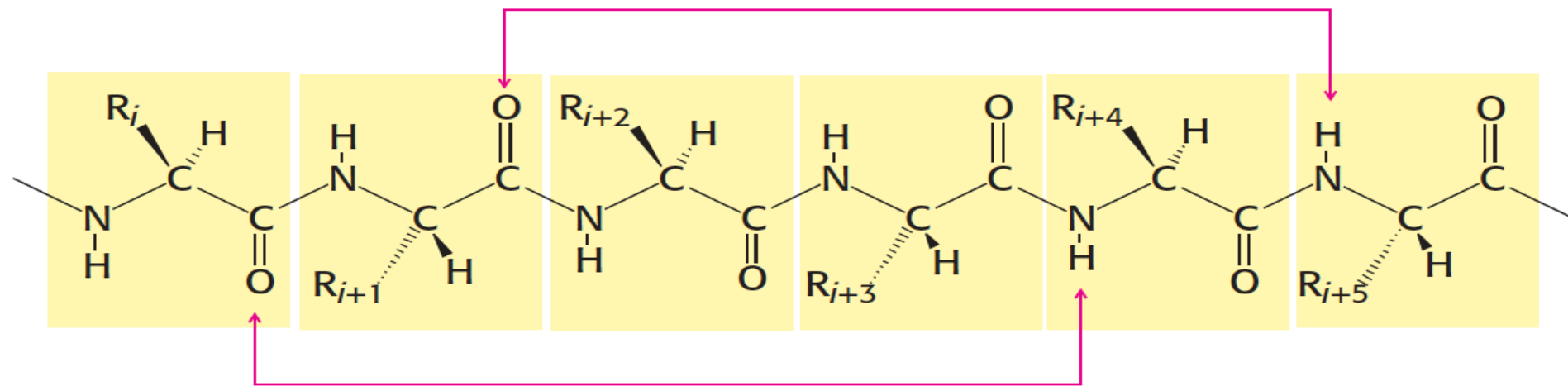
**ΕΙΚΟΝΑ 2.22 Περιστροφή γύρω από τους δεσμούς ενός πολυπεπτιδίου.** Η δομή κάθε αμινοξέος σε ένα πολυπεπτίδιο μπορεί να ρυθμιστεί από την περιστροφή γύρω από δύο απλούς δεσμούς. (Α) Η γωνία περιστροφής γύρω από τον δεσμό μεταξύ των ατόμων αζώτου και  $\alpha$ -άνθρακα ονομάζεται  $\varphi$ , ενώ η γωνία περιστροφής γύρω από τον δεσμό μεταξύ του ατόμου  $\alpha$ -άνθρακα και του άνθρακα της καρβονυλικής ομάδας ονομάζεται  $\psi$ . (Β) Μια κάτοψη του δεσμού μεταξύ αζώτου και ατόμου  $\alpha$ -άνθρακα δείχνει πώς μετράμε τη  $\varphi$ . (Γ) Μια κάτοψη του δεσμού μεταξύ του ατόμου  $\alpha$ -άνθρακα και του άνθρακα της καρβονυλικής ομάδας δείχνει πώς μετράμε την  $\psi$ .



**ΕΙΚΟΝΑ 2.23 Ένα διάγραμμα Ramachandran που δείχνει τις τιμές των  $\varphi$  και  $\psi$ .** Οι τιμές  $\varphi$  και  $\psi$  είναι περιορισμένες λόγω των συγκρούσεων μεταξύ ατόμων. Οι επιτρεπτές τιμές  $\varphi$  και  $\psi$  φαίνονται με σκούρο πράσινο, ενώ οι οριακές τιμές φαίνονται με ανοιχτό πράσινο. Η δομή που φαίνεται δεξιά δεν ευνοείται λόγω στερικών συγκρούσεων μεταξύ των ατόμων.

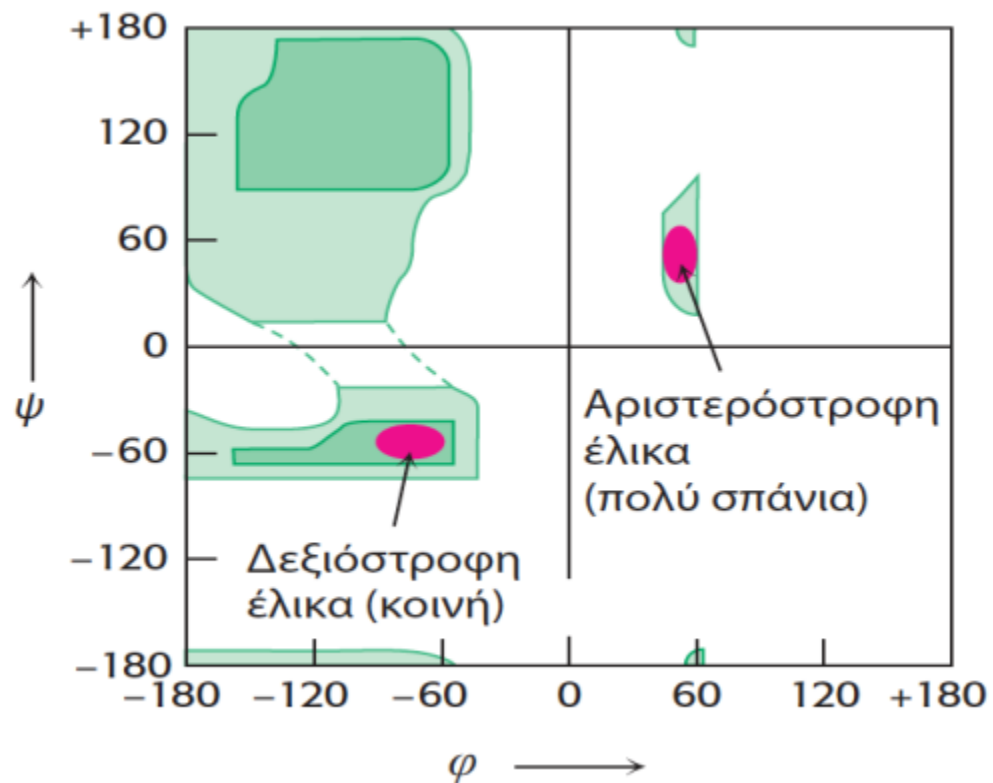


**ΕΙΚΟΝΑ 2.24 Η δομή μιας  $\alpha$ -έλικας.** (A) Η απεικόνιση κορδέλας στην οποία ξεχωρίζουν τα άτομα  $\alpha$ -άνθρακα και οι πλευρικές αλυσίδες (πράσινο). (B) Μια πλάγια όψη του μοντέλου με σφαίρες και ράβδους, όπου διακρίνονται οι δεσμοί υδρογόνου (διακεκομμένες γραμμές) μεταξύ των ομάδων NH και CO. (Γ) Παρατηρώντας από το άκρο της έλικας και παράλληλα προς τον άξονα, βλέπουμε τον περιελιγμένο κορμό να σχηματίζει το εσωτερικό της έλικας και τις πλευρικές αλυσίδες (πράσινο) να προεξέχουν προς τα έξω. (Δ) Ένα χωροπληρωτικό μοντέλο του (Γ) δείχνει πόσο λίγος κενός χώρος μένει στο κέντρο της έλικας.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.25 Δημιουργία δεσμών υδρογόνου σε μια  $\alpha$ -έλικα.** Στην  $\alpha$ -έλικα η ομάδα CO του καταλοίπου  $i$  δημιουργεί έναν δεσμό υδρογόνου με την ομάδα NH του καταλοίπου  $i + 4$ .

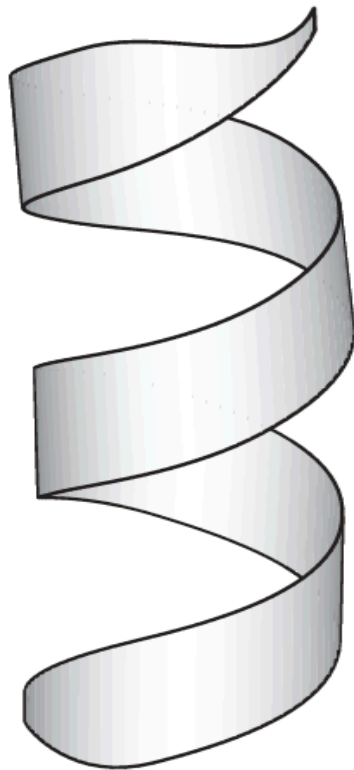




### ΕΙΚΟΝΑ 2.26 Διάγραμμα Ramachandran

των ελίκων. Οι δύο μορφές της έλικας, δεξιόστροφη και αριστερόστροφη, βρίσκονται σε περιοχές επιτρεπόμενων στερεοδιατάξεων όταν αναλυθούν κατά Ramachandran. Ωστόσο, σχεδόν όλες οι α-έλικες στις πρωτεΐνες είναι δεξιόστροφες.

(A)

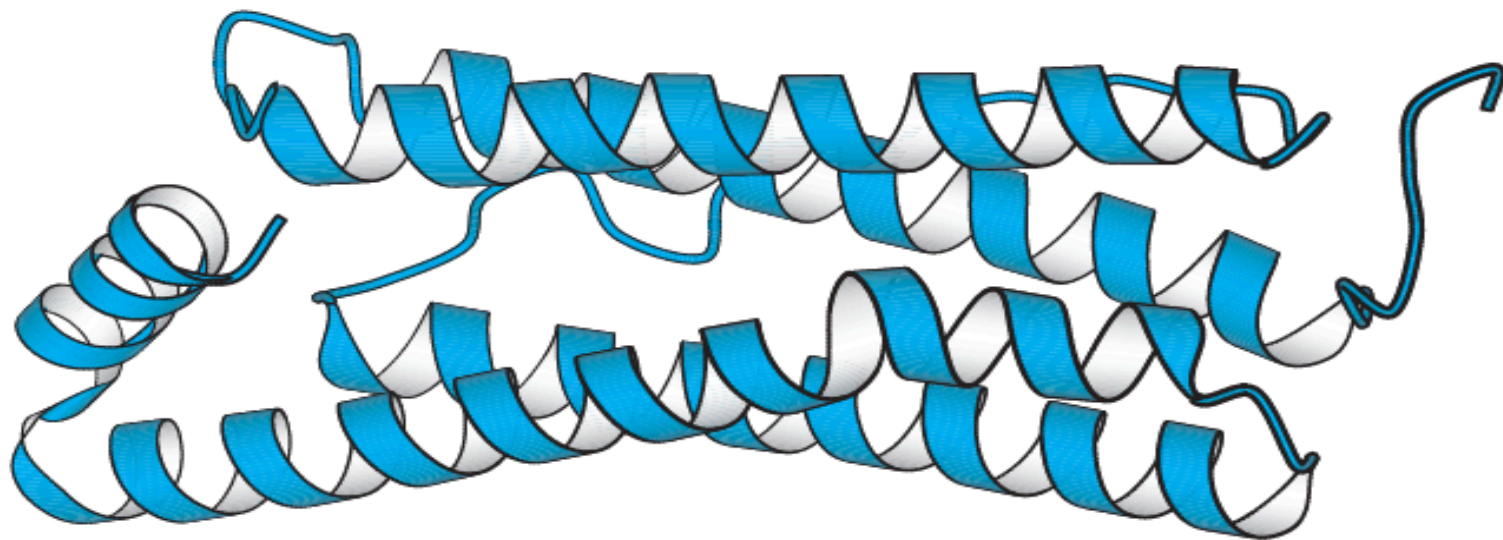



(B)

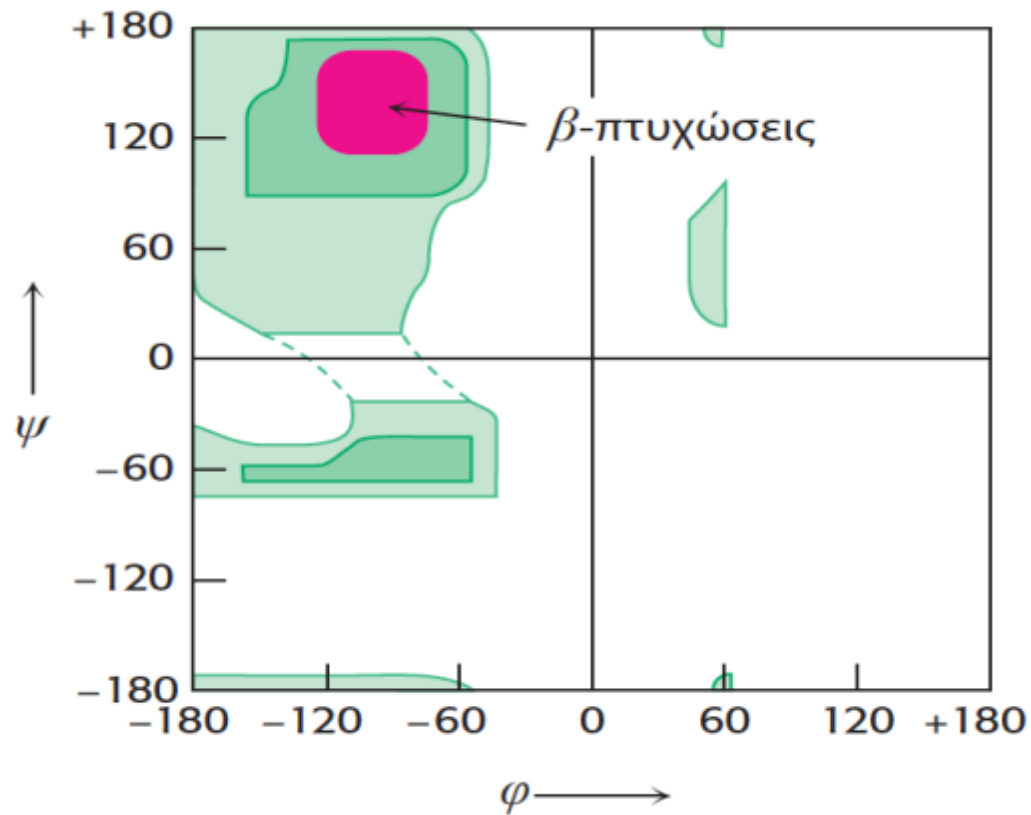


**ΕΙΚΟΝΑ 2.27** Σχηματική απεικόνιση μιας  $\alpha$ -έλικας. (A)

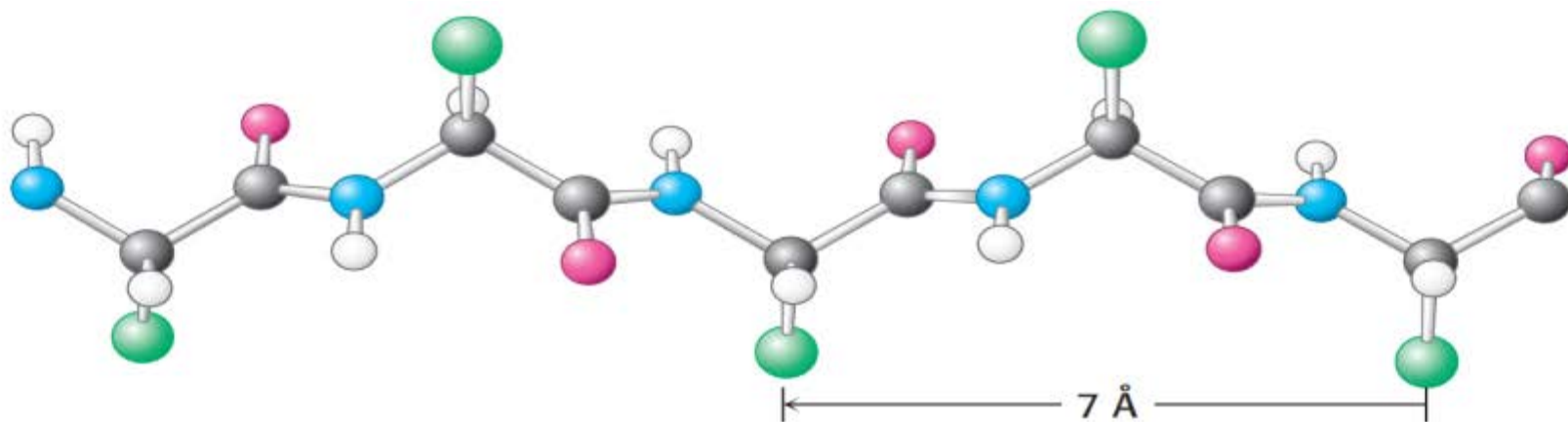
Απεικόνιση κορδέλας. (B) Απεικόνιση κυλίνδρου.



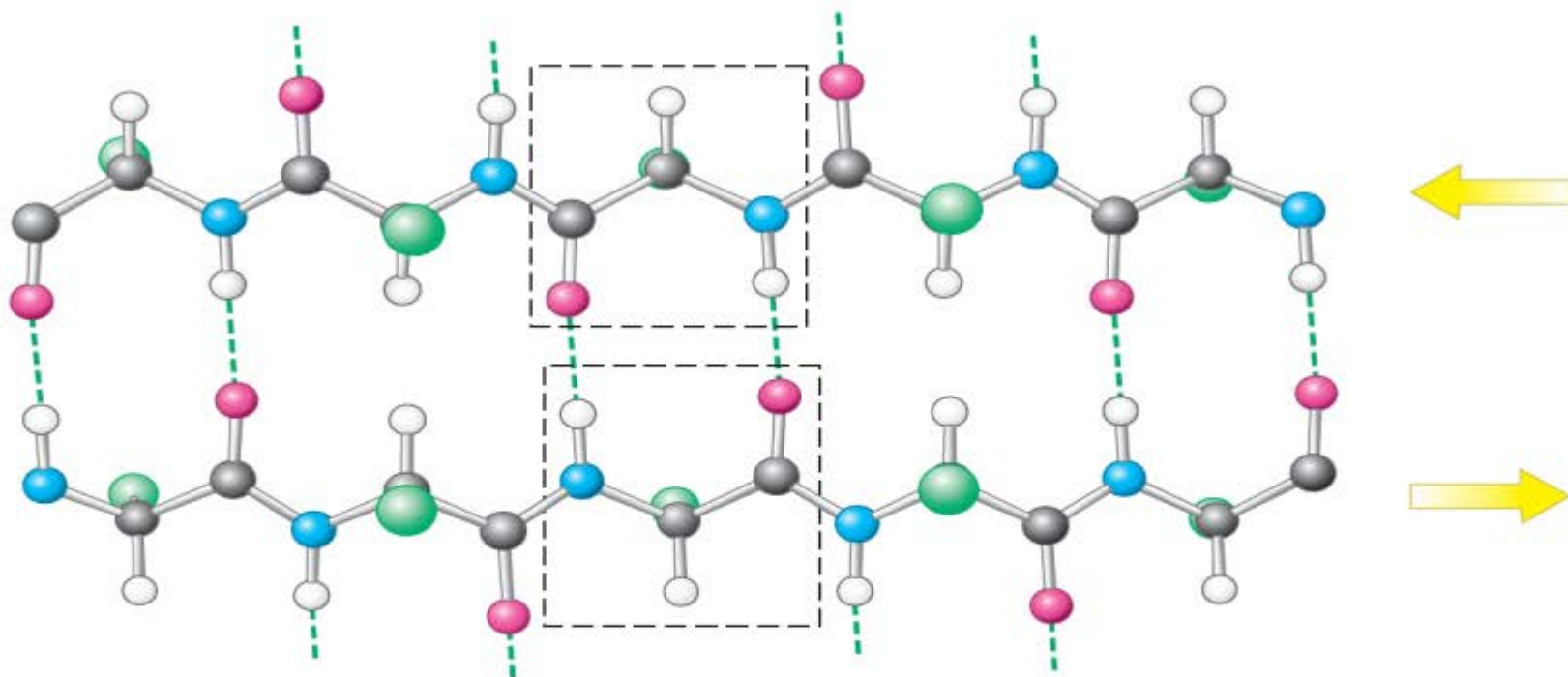
 **ΕΙΚΟΝΑ 2.28** Μια πρωτεΐνη με βασική διαμόρφωση  $\alpha$ -έλικας. Η φερριτίνη, μια πρωτεΐνη αποθήκευσης σιδήρου, σχηματίζεται από δέσμη  $\alpha$ -ελίκων. [Σχεδιασμένο από 1AEW.pdb.]



**ΕΙΚΟΝΑ 2.29 Διάγραμμα Ramachandran για τις  $\beta$ -πτυχώσεις.** Στην κόκκινη περιοχή του διαγράμματος φαίνονται οι στερεοχημικά επιτρεπτές δομές εκτεταμένων  $\beta$ -πτυχώσεων.

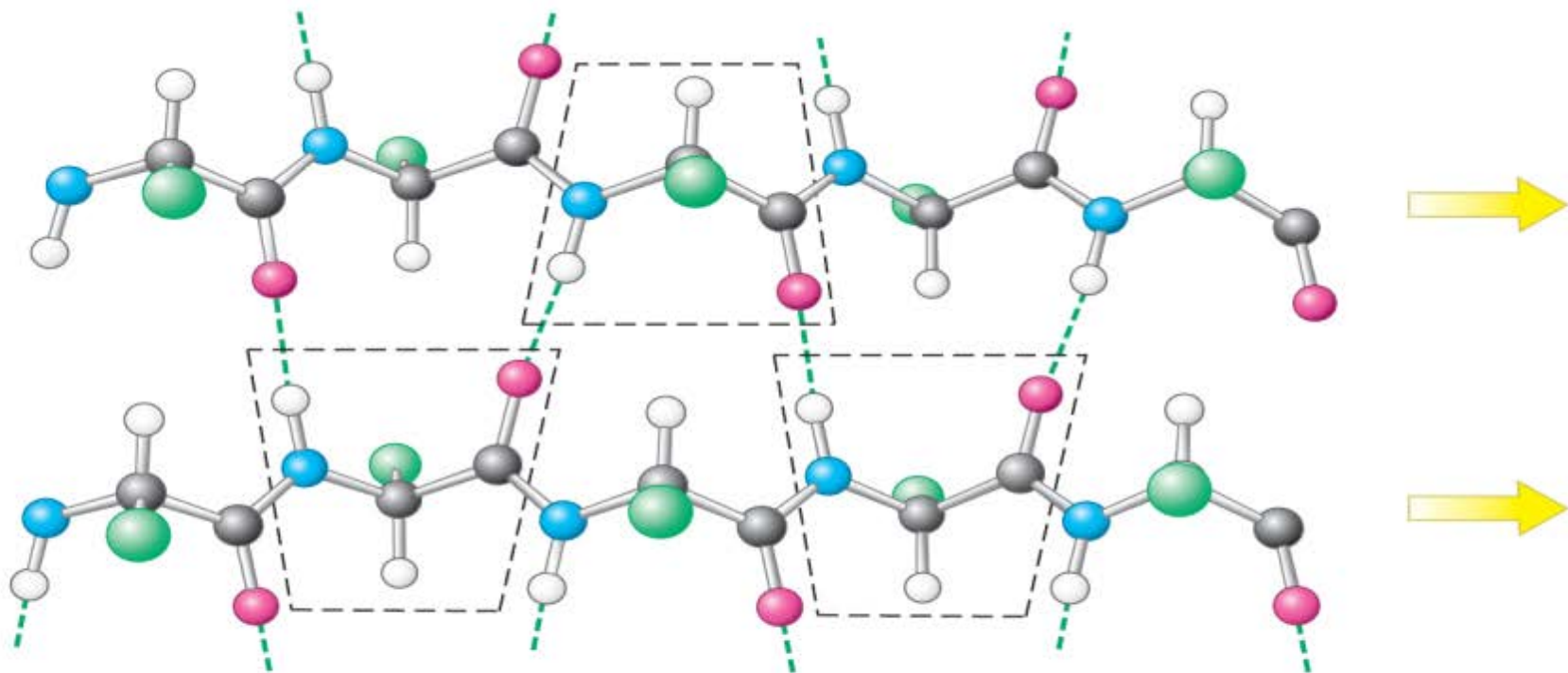


**ΕΙΚΟΝΑ 2.30 Η δομή της β-πύκνωσης.** Οι πλευρικές αλυσίδες (πράσινο) βρίσκονται εναλλάξ επάνω και κάτω από το επίπεδο της β-πύκνωσης.

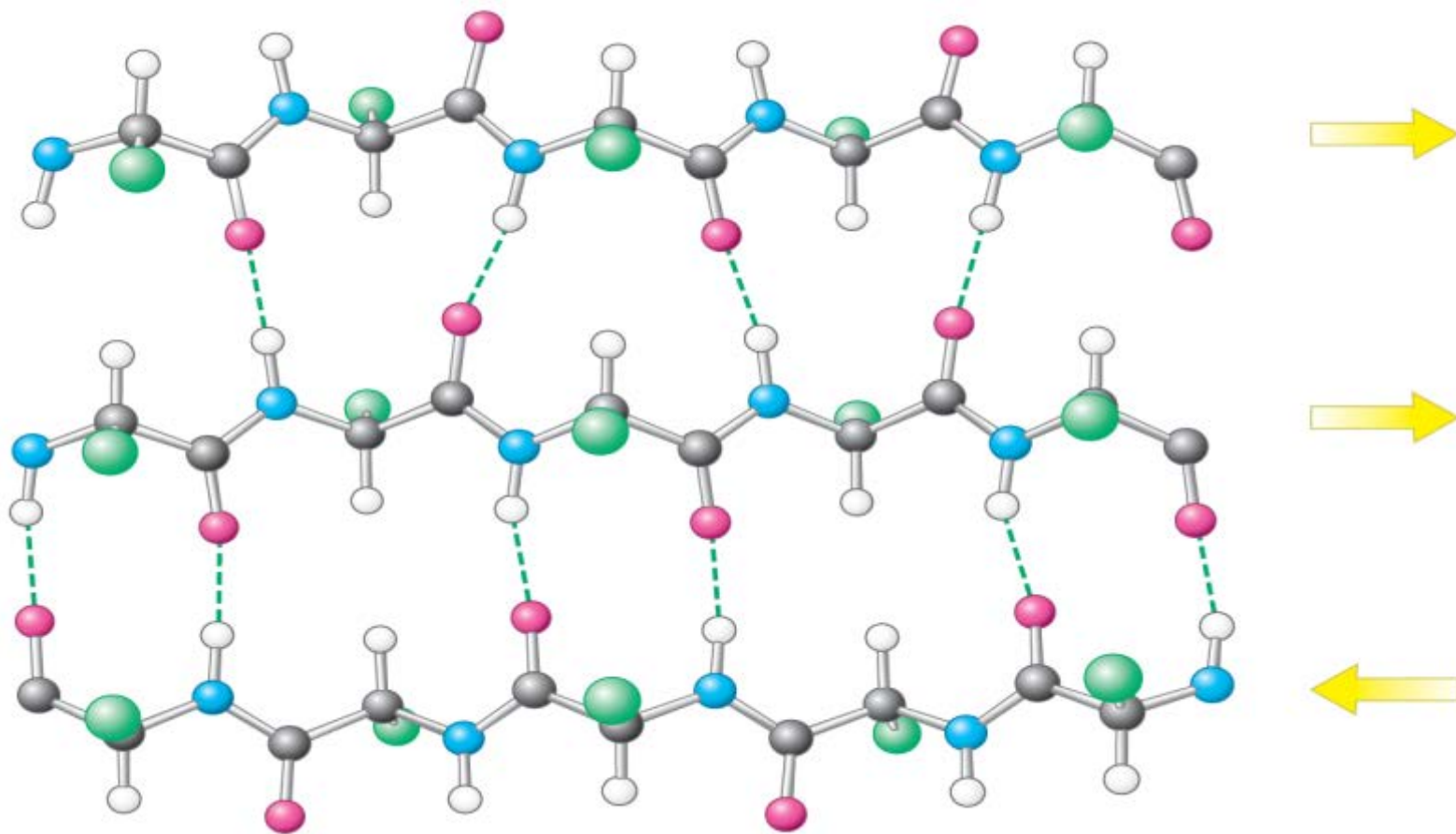


**ΕΙΚΟΝΑ 2.31 Μια αντιπαράλληλη  $\beta$ -επιφάνεια.** Οι γειτονικές  $\beta$ -πτυχώσεις έχουν αντίθετες κατευθύνσεις. Οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των ομάδων NH και CO συνδέουν το κάθε αμινοξύ με ένα μόνο αμινοξύ στη γειτονική  $\beta$ -πτυχώση, σταθεροποιώντας τη δομή.





**ΕΙΚΟΝΑ 2.32** Μια παράλληλη  $\beta$ -επιφάνεια. Οι γειτονικές  $\beta$ -πτυχώσεις έχουν την ίδια κατεύθυνση. Οι δεσμοί υδρογόνου συνδέουν κάθε αμινοξύ της μιας πτύχωσης με δύο διαφορετικά αμινοξέα στη γειτονική πτύχωση.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.33** Δομή μιας μεικτής β-πτυχωτής επιφάνειας.



# Βιβλιογραφία

1. Jeremy M Berg, John L Tymoczko, Lubert Stryer, ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ, 5<sup>η</sup> έκδοση, Α τόμος, Παν/κές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 2004. Βλέπε και διαδικτυακό τόπο του βιβλίου [www.whfreeman.com/Berg7e/](http://www.whfreeman.com/Berg7e/)
2. Διαμαντίδη Γρ., ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ, 3<sup>η</sup> έκδοση, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2007/2010.
3. Campbell NA, Reece JB. *Βιολογία*, τόμος Ι. 8<sup>η</sup> έκδοση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 2010.
4. Γ. Μουρκίδη, Γεωργική Χημεία, Θεσσαλονίκη, 1971. Υπάρχει στη Βιβλιοθήκη του ιδρύματος.
5. Geoffrey [Zubay](#), William [Parson](#), Diane E. [Vance](#). Αρχές βιοχημείας, [ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης](#), Αθήνα 1999. Υπάρχει στη Βιβλιοθήκη του ιδρύματος.
6. David L. [Nelson](#), Michael M. [Cox](#). *Lehninger*, Principles of Biochemistry (υπάρχει και μεταφρασμένη ελληνική έκδοση) Βασικές αρχές βιοχημείας. Μεταφραστές: Κ.Ε. [Σταματόπουλος](#), Α.Ν. [Χατζηδημητρίου](#). Επιμελητής: Α.Γ. [Παπαβασιλείου](#). [ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης](#), Αθήνα, 2007. Υπάρχει στη Βιβλιοθήκη του ιδρύματος.
7. Mathews D, van Holde KE. BIOCHEMISTRY, 3<sup>rd</sup> edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 2003. Υπάρχει στη Βιβλιοθήκη του ιδρύματος.
8. John Clark, Robert ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ. Παν/κές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 1992, 2<sup>η</sup> εκτύπωση, 2001. Υπάρχει στη Βιβλιοθήκη του ιδρύματος.
9. ΙΓ Γεωργιάτσου, Δ. Κυριακίδης, Τ. Γιουψάνης, κ.ά. Εργαστηριακές Ασκήσεις Βιοχημείας. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη, 2004. Υπάρχει στη Βιβλιοθήκη του ιδρύματος.
10. Οδηγός μελέτης του μαθήματος (φυλλάδιο που χορηγείται στη διάλεξη).



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη Δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.





# Σημείωμα Αναφοράς

Παπαδόπουλος, Γ. Βιοχημεία - Αρχές Βιοτεχνολογίας.  
Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Διαθέσιμο από:  
<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG119/>





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>





# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Αντώνιος Σακελλάριος  
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΒΟΝΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





# Τέλος Ενότητας

## Αμινοξέα, Πρωτεΐνες και δομή λειτουργίας Πρωτεϊνών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για τη ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ