

# **ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ**

## **ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΘΕΜΑΤΑ**

**Θερμοδυναμική**

**Αμινοξέα – Πεπτίδια (Χημική σύσταση - Ιδιότητες - Διαχωρισμός)**

**Γενικές αρχές της δομής των πρωτεϊνών και μέθοδοι διαχωρισμού τους.**

**Ένζυμα (Κινητική - Ταξινόμηση – Ονοματολογία) και Συνένζυμα**

**Στρατηγικές ενζυμικής κατάλυσης και ρύθμισης**

**Μάκης Ζωιδάκης  
Επίκουρος Καθηγητής Βιοχημείας  
izoidakis@biol.uoa.gr**

## Πρόγραμμα Διδασκαλίας

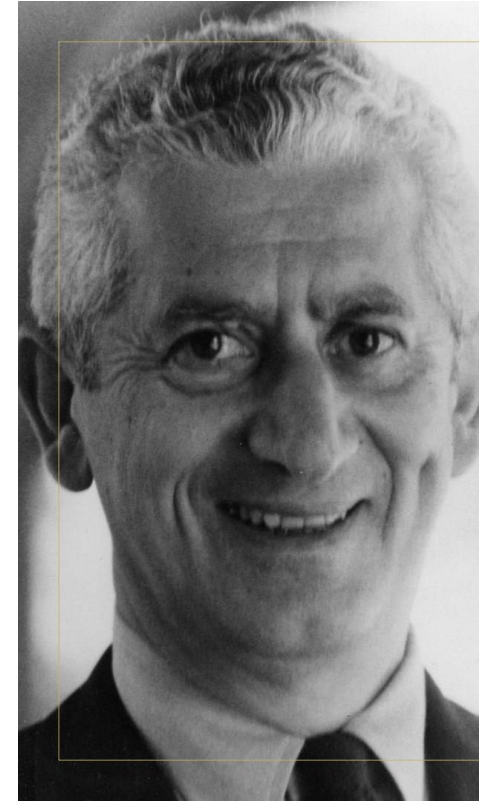
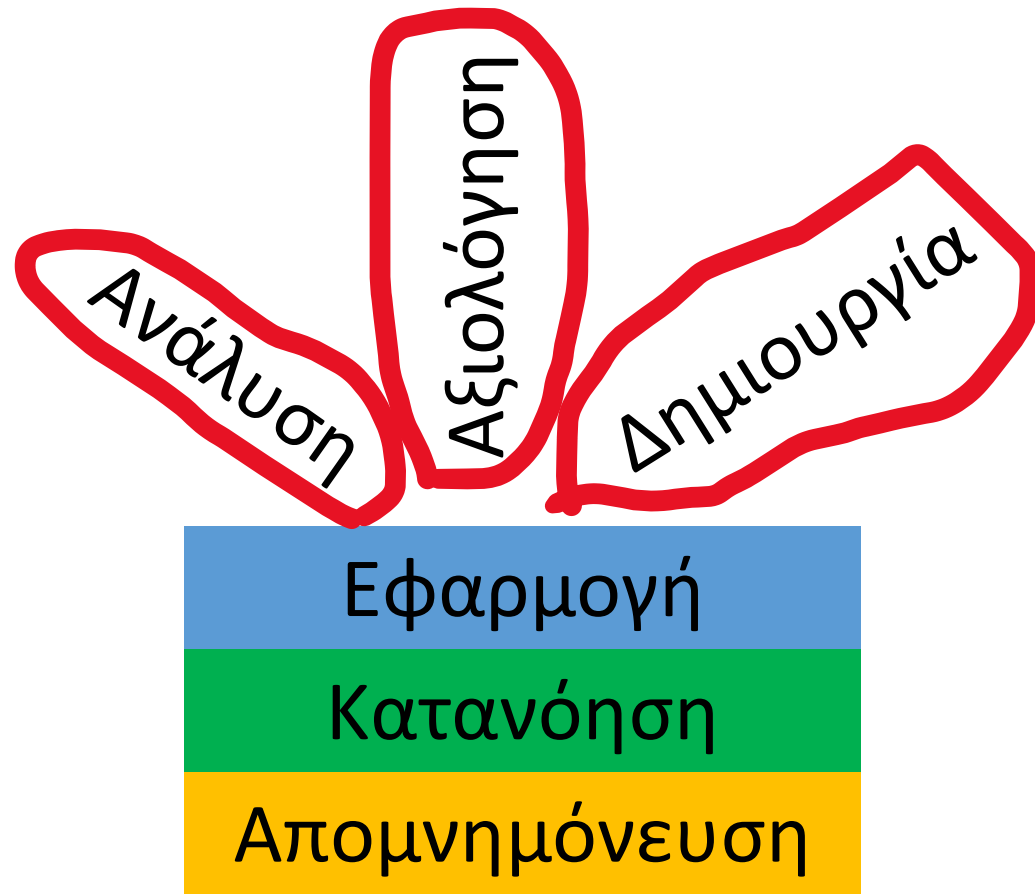
ΔΕΥΤΕΡΑ 9-11 11 <sup>Α</sup>		ΤΕΤΑΡΤΗ 11-13 11 <sup>Α</sup>		ΠΕΜΠΤΗ 11-13 11 <sup>Α</sup>	
		13/3	ΣΙΔΕΡΗΣ	14/3	ΖΩΪΔΑΚΗΣ
18/3	* ΖΩΪΔΑΚΗΣ	20/3	ΖΩΪΔΑΚΗΣ	21/3	ΖΩΪΔΑΚΗΣ
25/3	** ΖΩΪΔΑΚΗΣ	27/3	ΖΩΪΔΑΚΗΣ	28/3	ΖΩΪΔΑΚΗΣ
1/4	ΖΩΪΔΑΚΗΣ	3/4	ΖΩΪΔΑΚΗΣ	4/4	ΣΙΔΕΡΗΣ
8/4	ΣΙΔΕΡΗΣ	10/4	ΣΙΔΕΡΗΣ	11/4	ΣΙΔΕΡΗΣ
15/4	ΣΙΔΕΡΗΣ	17/4	ΣΙΔΕΡΗΣ	18/4	ΣΙΔΕΡΗΣ
22/4	ΣΙΔΕΡΗΣ	24/4	ΣΙΔΕΡΗΣ	25/4	ΣΙΔΕΡΗΣ
13/5	ΣΙΔΕΡΗΣ	15/5	ΣΙΔΕΡΗΣ	16/5	ΖΩΪΔΑΚΗΣ
20/5	ΖΩΪΔΑΚΗΣ	22/5	ΖΩΪΔΑΚΗΣ	23/5	ΖΩΪΔΑΚΗΣ
27/5	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	27/5	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	30/5	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
3/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	5/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	6/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
10/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	12/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	13/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
17/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	19/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	20/6	ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
24/6	*** ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ				

\* Θα αναπληρωθεί την Τρίτη 19/3 και ώρα 16-18 στο Αμφιθέατρο 11<sup>Α</sup>.

\*\* Θα αναπληρωθεί την Τρίτη 26/3 και ώρα 16-18 στο Αμφιθέατρο 11<sup>Α</sup>.

\*\*\* Θα αναπληρωθεί την Τρίτη 25/6 και ώρα 16-18 στο Αμφιθέατρο 11<sup>Α</sup>.

# Ιεράρχηση-Ταξινόμηση Μαθησιακών Στόχων



**Benjamin Bloom (1913-1999)**

Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J. & Wittrock, M.C. (eds.) (2001) A taxonomy for learning and teaching and assessing: A revision of **Bloom's taxonomy of educational objectives**. Addison Wesley Longman

## Οι μαθησιακοί στόχοι αναφέρονται σε επικαλυπτόμενα επίπεδα νοητικών ικανοτήτων, τα οποία είναι τα εξής:

- **Θυμάμαι:** μπορώ να ανακαλέσω ή να ανακτήσω βασικές πληροφορίες από τη μακροπρόθεσμη μνήμη
- **Κατανοώ:** μπορώ να προσδιορίσω το νόημα της νέας γνώσης
- **Εφαρμόζω:** μπορώ να χρησιμοποιήσω την γνώση με ένα νέο τρόπο ή να συμπληρώσω και να εφαρμόσω μια διαδικασία
- **Αναλύω:** μπορώ να συγκρίνω, να αναλύσω μια έννοια στα συστατικά της και να καθορίσω πώς τα μέρη αυτά σχετίζονται μεταξύ τους και με το σύνολο
- **Αξιολογώ:** μπορώ να αξιολογήσω δεδομένα και να τεκμηριώσω την άποψή μου
- **Δημιουργώ:** μπορώ να ανασυνθέσω εκ νέου και να δημιουργήσω ένα νέο προϊόν ή μια νέα ιδέα

# Πως Μαθαίνουμε;

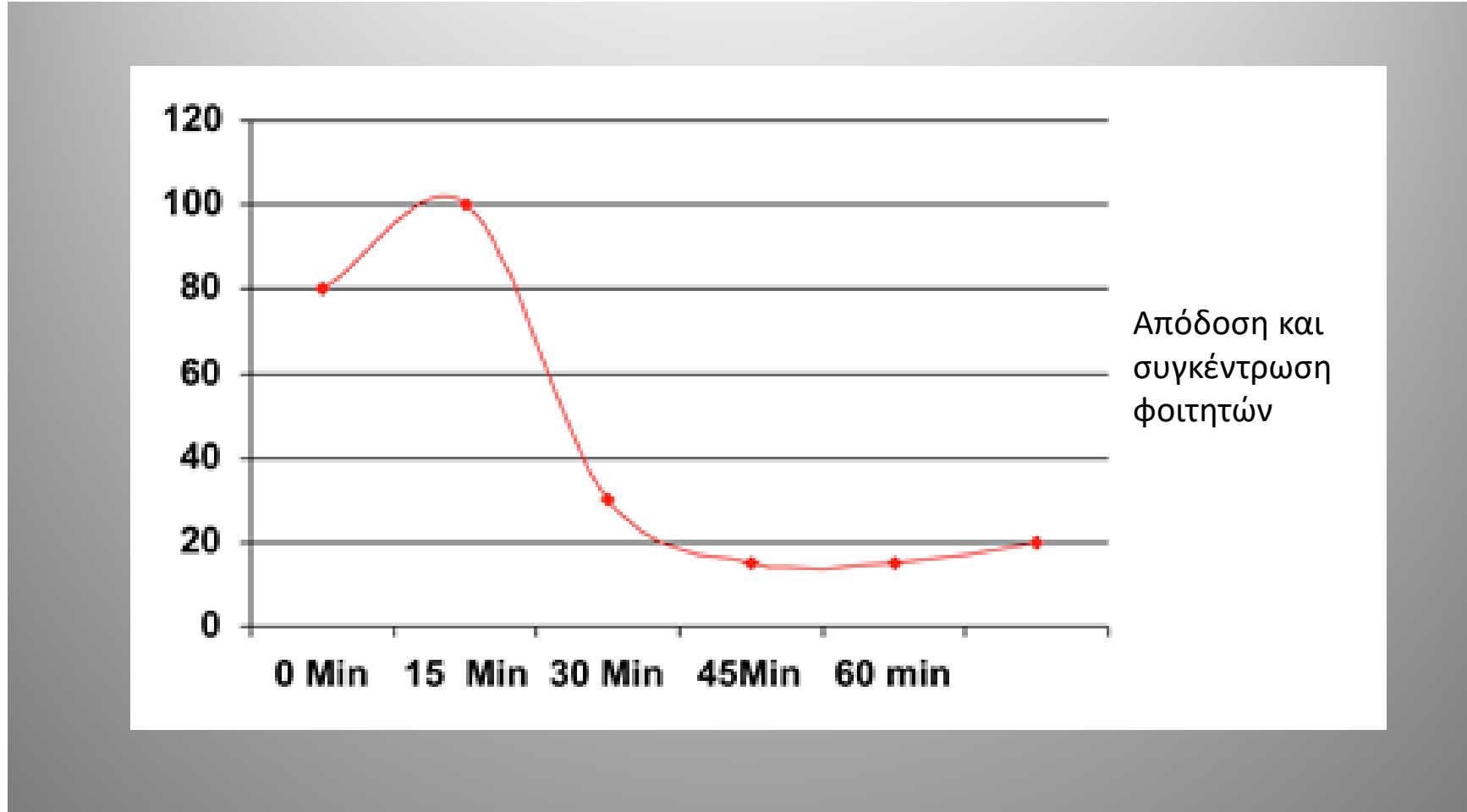
- Εξέλιξη από τη συγκεκριμένη στην αφηρημένη σκέψη
- Το μεγαλύτερο μέρος της μάθησης λαμβάνει χώρα ΕΞΩ από την τάξη!
- Ο ρόλος της συζήτησης και της ενεργού συμμετοχής του φοιτητή στη μαθησιακή διαδικασία είναι καίριος
- Ένα διδακτικό περιβάλλον που προωθεί τη συμμετοχή των φοιτητών αποτελεί το κύριο συστατικό της επιτυχημένης διδασκαλίας
- Η συνεχής ροή πληροφοριών από τους φοιτητές στον καθηγητή σχετικά με την επίτευξη των μαθησιακών στόχων επιτρέπει την βελτίωση της διδακτικής εμπειρίας



**Jean Piaget (1896-1980)**

**Σας παρακαλώ στο τέλος κάθε μαθήματος να μου δίνετε ένα χαρτί όπου θα σημειώνετε τουλάχιστον μια ερώτηση και την πιο σημαντική πληροφορία που αποκομίσατε. Θα εκτιμήσω ιδιαίτερα επιπλέον σχόλια και συστάσεις.**

Ποιο είναι το χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου μπορούμε να μείνουμε συγκεντρωμένοι και αποδοτικοί κατά τη διάρκεια μιας διάλεξης;



# Μαθαίνουμε το

10% απ' ότι διαβάσουμε

20% απ' ότι ακούσουμε

30% απ' ότι δούμε

50% απ' ότι δούμε και ακούσουμε

70% απ' ότι συζητάμε με συναδέλφους

80% απ' ότι χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητά μας

95% απ' ότι διδάσκουμε σε άλλους

## **Θερμοδυναμική-Μαθησιακοί Στόχοι**

1. Κατανόηση της σημασίας των εννοιών: Ελεύθερη ενέργεια κατά Gibbs (G), Εντροπία (S), Ενθαλπία (H)
2. Εφαρμογή του τύπου  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  στη Βιοχημεία

## **Αμινοξέα-Μαθησιακοί Στόχοι**

1. Απομνημόνευση της χημικής δομής των 20 κύριων αμινοξέων των πρωτεϊνών
2. Κατανόηση της στερεοχημείας των αμινοξέων
3. Κατανόηση των οξεοβασικών ιδιοτήτων των αμινοξέων
4. Μελέτη των φασμάτων απορρόφησης υπεριώδους ακτινοβολίας Φαινυλαλανίνης, Τυροσίνης και Τρυπτοφάνης
5. Κατανόηση της δημιουργίας και στερεοχημείας του πεπτιδικού δεσμού



# Θερμοδυναμική

## Ορισμοί καταστατικών συναρτήσεων

Ενθαλπία (H): το θερμικό περιεχόμενο ενός συστήματος, εξαρτάται από τους χημικούς δεσμούς

Εντροπία (S): το μέτρο της αταξίας ενός συστήματος

Ελεύθερη ενέργεια «κατά Gibbs» (G): η ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή έργου

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\Delta H > 0$  το σύστημα απορροφά θερμότητα, «καταστροφή δεσμών» (ενδόθερμη αντίδραση)

$\Delta H < 0$  το σύστημα εκλύει θερμότητα, «δημιουργία δεσμών» (εξώθερμη αντίδραση)

$\Delta S > 0$  η αταξία του συστήματος αυξάνεται, «το σύστημα αποδιοργανώνεται»

$\Delta S < 0$  η αταξία του συστήματος μειώνεται, «το σύστημα καταλήγει πιο οργανωμένο»

$\Delta G > 0$  ελεύθερη ενέργεια μεταφέρεται από το περιβάλλον στο σύστημα, αδύνατη αντίδραση (ενδεργονική)

$\Delta G < 0$  ελεύθερη ενέργεια μεταφέρεται από το σύστημα στο περιβάλλον, εφικτή/αυθόρμητη αντίδραση (εξεργονική)

### Άσκηση

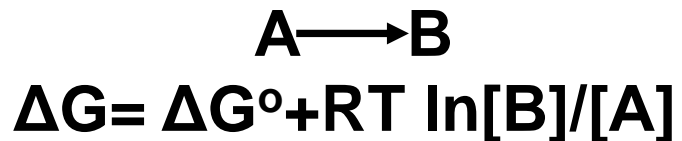
**Πως εφαρμόζονται αυτές οι θερμοδυναμικές συναρτήσεις:**

**1) στην αναδίπλωση μιας πρωτεΐνης σε θερμοκρασία δωματίου**

**2) στην κατάρρευση της δομής μιας πρωτεΐνης όταν η θερμοκρασία αυξηθεί**

# Θερμοδυναμική

## Ελεύθερη ενέργεια και χημική ισορροπία



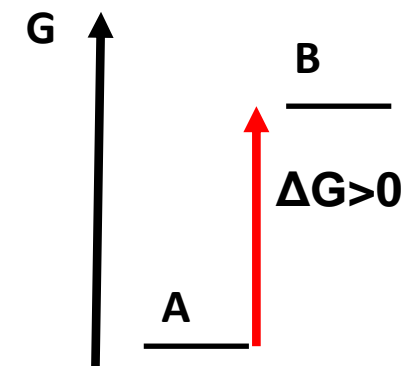
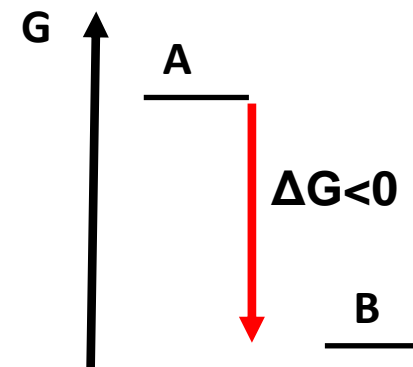
$\Delta G^\circ$  Ελεύθερη ενέργεια σε πρότυπη κατάσταση (κατάσταση αναφοράς):

$T=298 \text{ K (} 25^\circ\text{C)}$ ,  $P=1 \text{ atm}$ ,  $[A]=[B]=1 \text{ M}$

$\Delta G < 0$   $A \longrightarrow B$

$\Delta G > 0$   $B \longrightarrow A$

$\Delta G = 0$  χημική ισορροπία, η αντίδραση δεν σταματά αλλά η ταχύτητα παραγωγής του A είναι ίση με την ταχύτητα παραγωγής του B



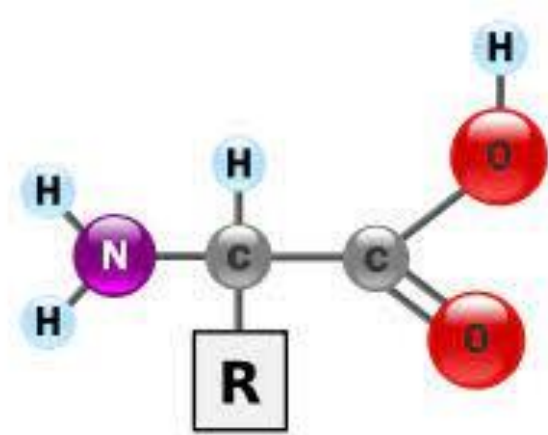
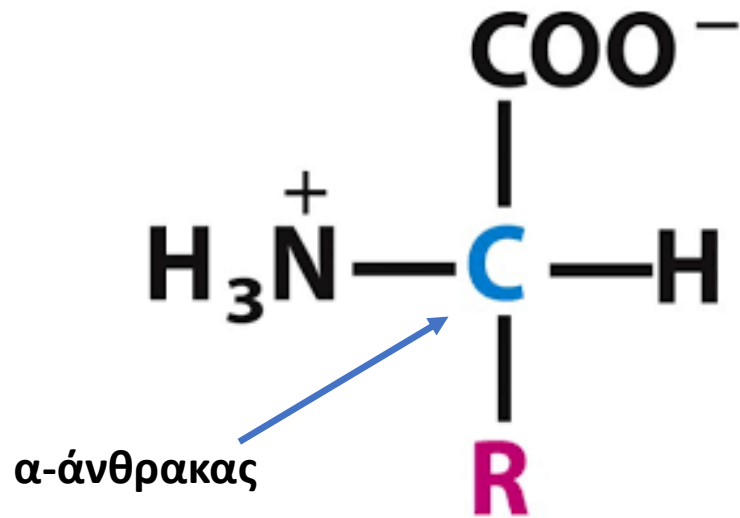
Αν  $\Delta G < 0$  η αντίδραση είναι εφικτή αλλά δεν λαμβάνει χώρα απαραίτητα.

Αυτό εξαρτάται από την ταχύτητα της αντίδρασης και θα το συζητήσουμε στο κεφάλαιο της ενζυμολογίας

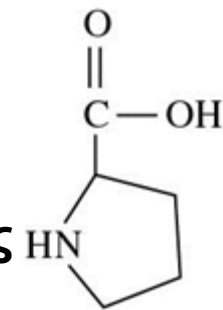
# Αμινοξέα- Γενικές Πληροφορίες

1. Περιέχουν ένα κεντρικό άτομο άνθρακα (άνθρακα άλφα) συνδεδεμένο με μια αμινομάδα ( $-NH_2$ ), μια καρβοξυλική ομάδα ( $-COOH$ ), ένα άτομο υδρογόνου και μια πλευρική αλυσίδα (ομάδα R).
2. Έχουν διαφορετικές ιδιότητες όπως πολικότητα, υδροφοβικότητα/υδροφιλικότητα και φορτίο, ανάλογα με την πλευρική αλυσίδα R.
3. Σε υδατικά διαλύματα απαντώνται ως: δίπολο/zwitterion (ουδέτερο), κατιόν, και ανιόν.
4. Στερεοχημικά έχουν δύο εναντιομερή (L και D)
5. Μπορούν να συμμετέχουν σε πεπτιδικούς δεσμούς για να σχηματίσουν πολυπεπτίδια. 20 αμινοξέα είναι τα κύρια δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών.

# α-Αμινοξέα- Χημική Δομή

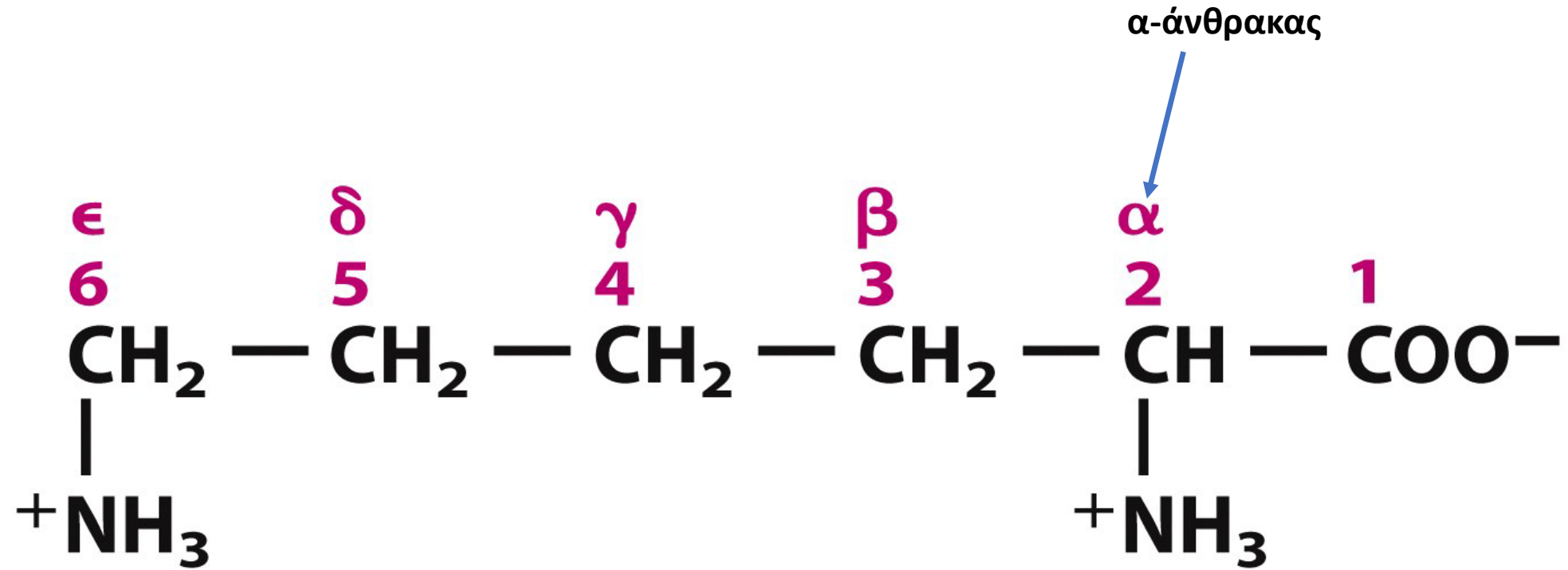


Η προλίνη έχει δευτεροταγή αμινομάδα  
Όλα τα άλλα αμινοξέα έχουν πρωτοταγείς



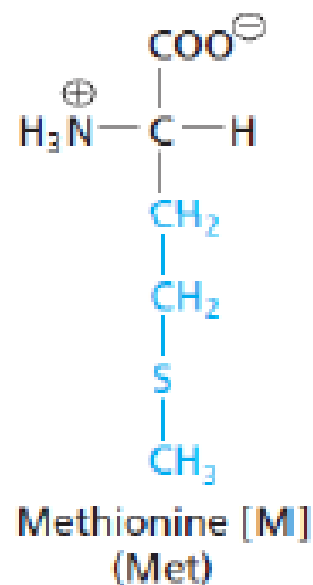
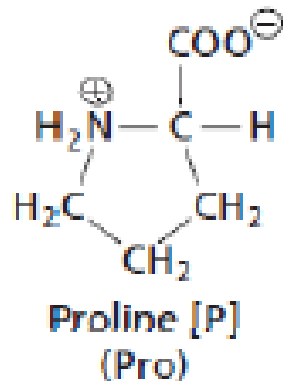
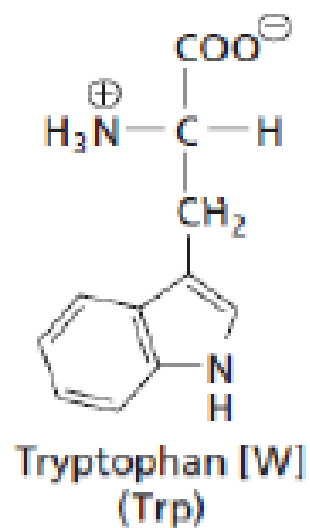
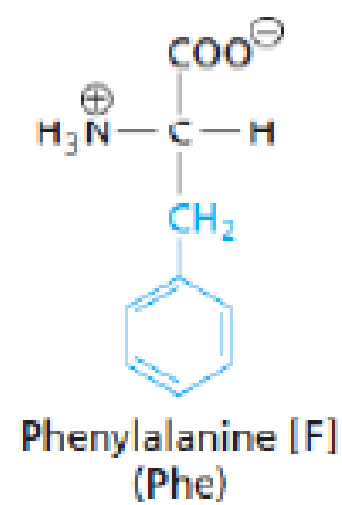
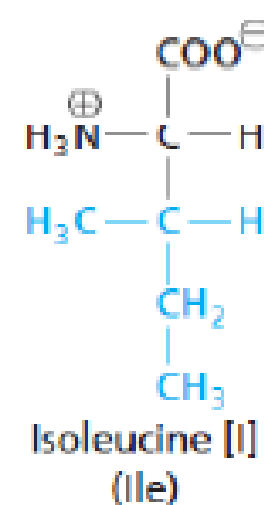
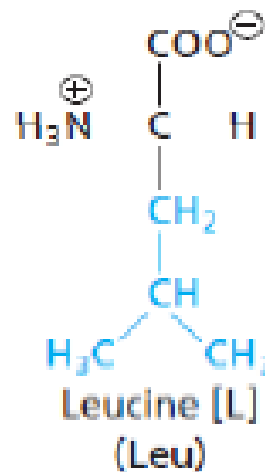
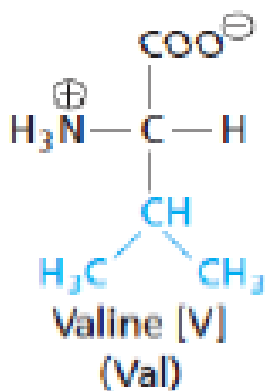
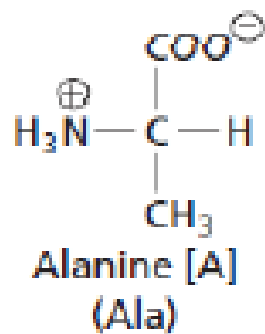
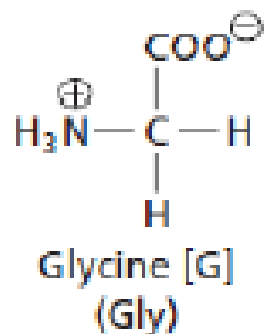
Proline

# α-Αμινοξέα- Χημική Δομή

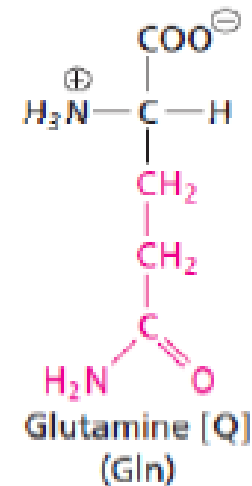
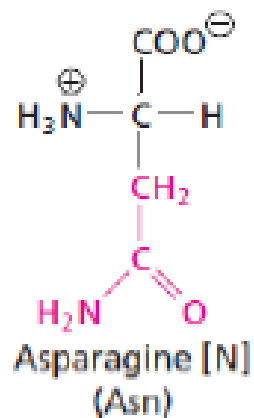
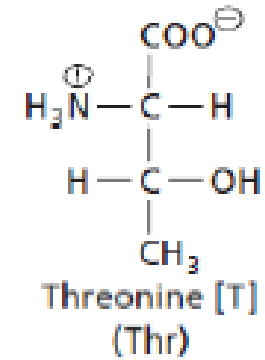
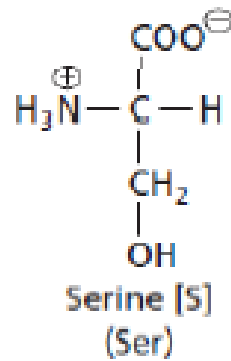
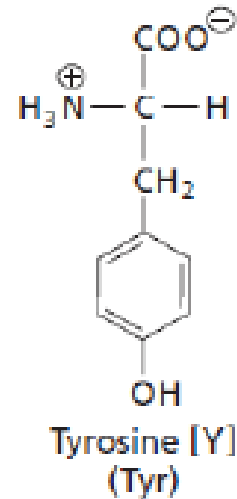
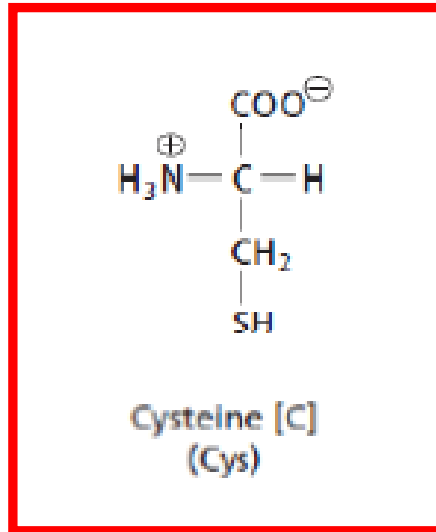


**Lysine**

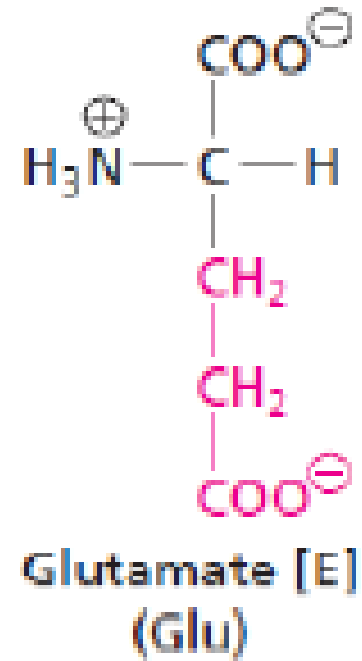
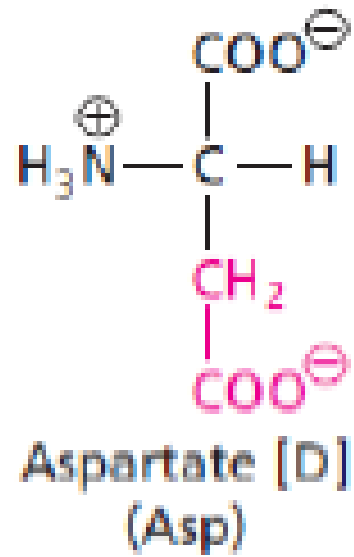
# Μη πολικά (υδρόφοβα) αμινοξέα



# Πολικά (πλευρική αλυσίδα χωρίς φορτίο) αμινοξέα

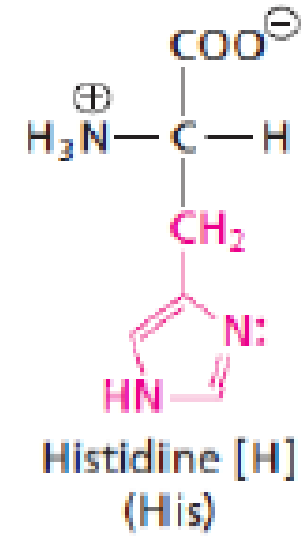
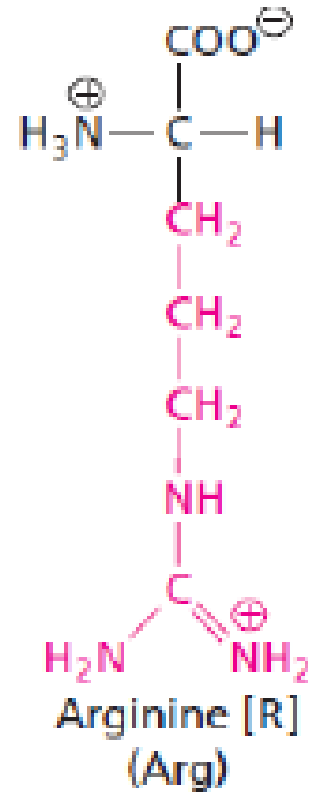
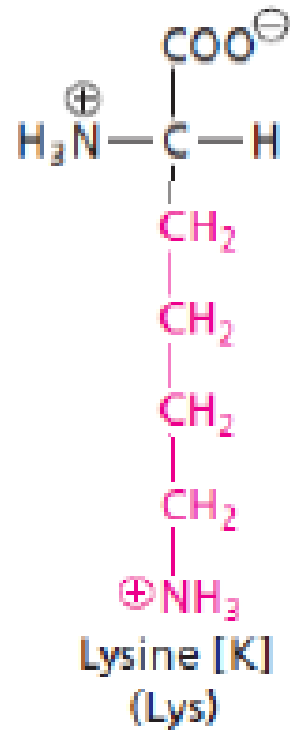


# Όξινα αμινοξέα

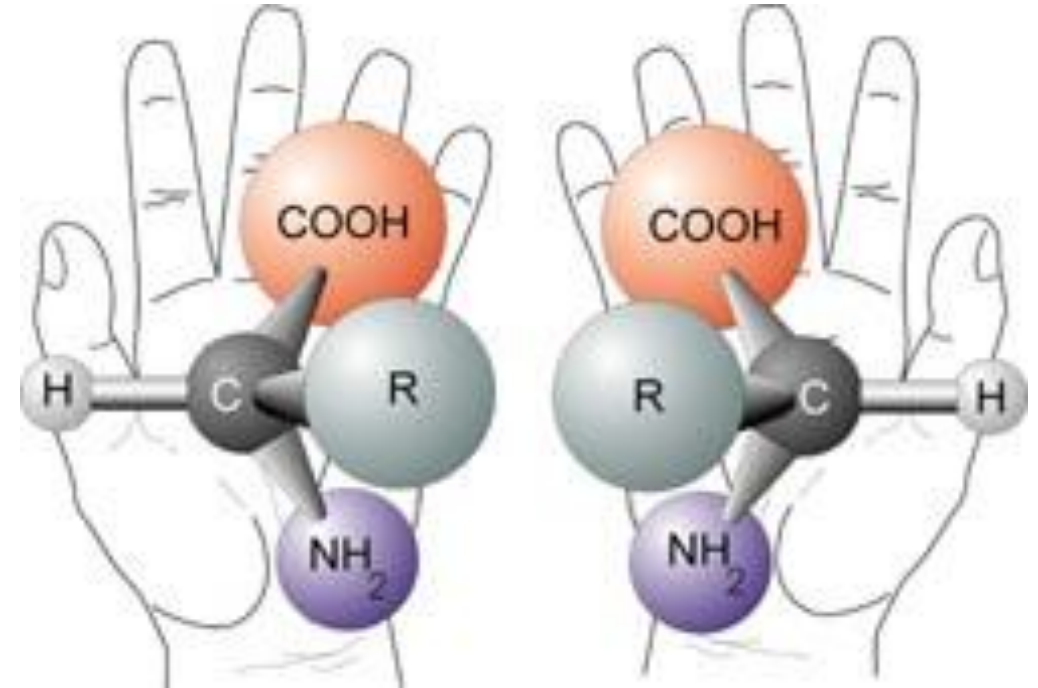
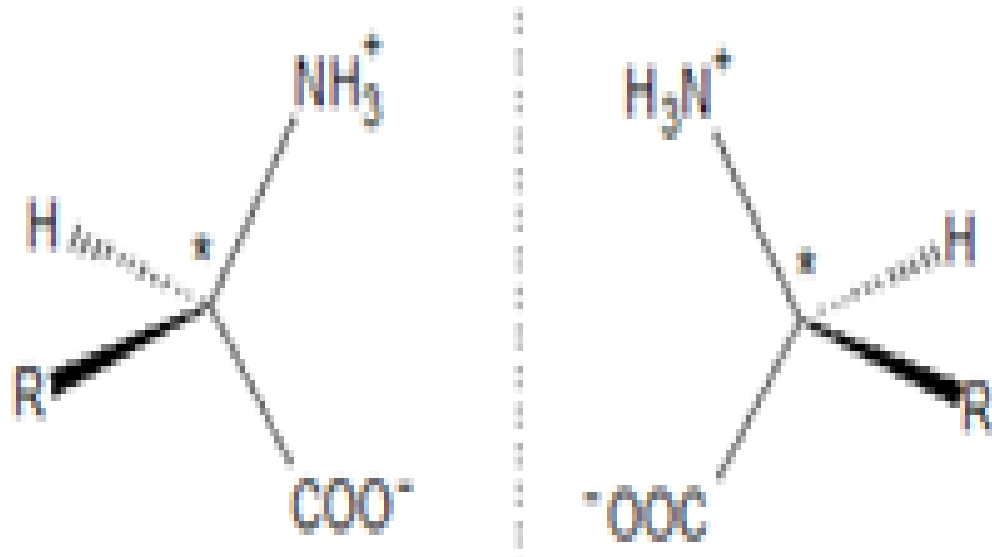




# Βασικά αμινοξέα



# Στερεοχημεία αμινοξέων

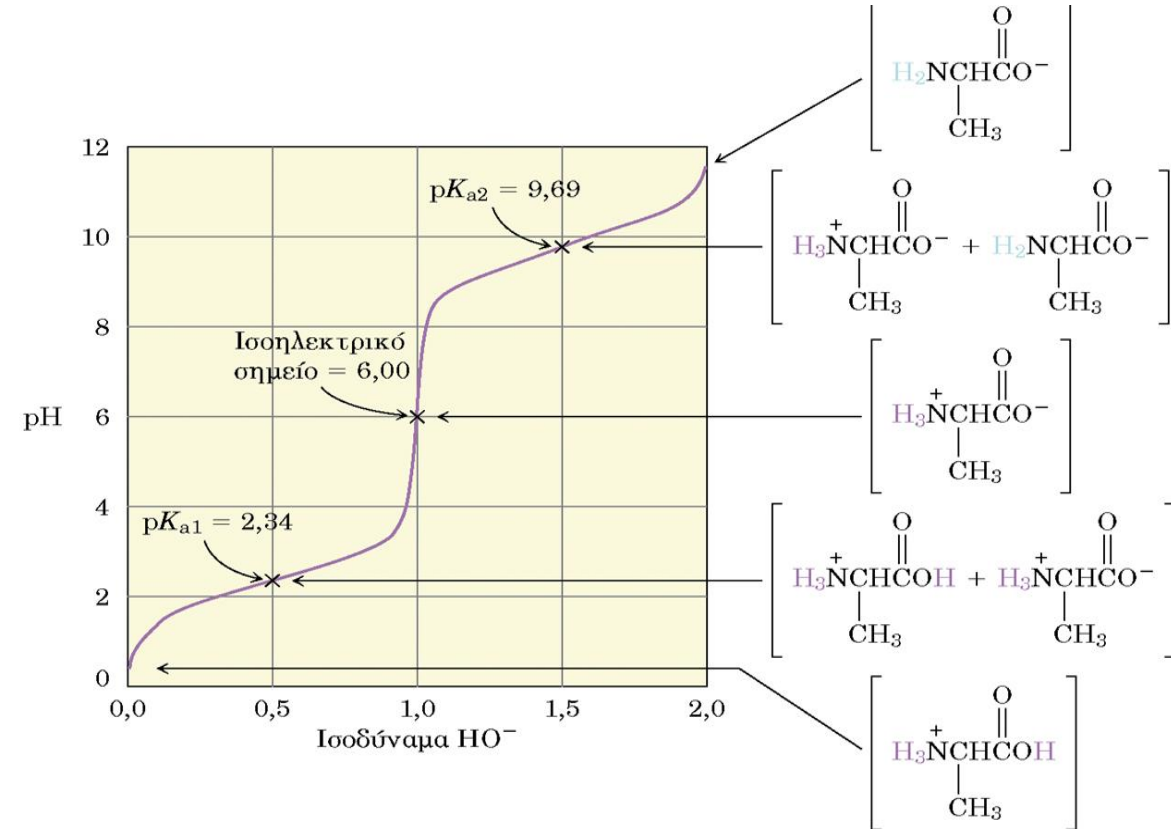
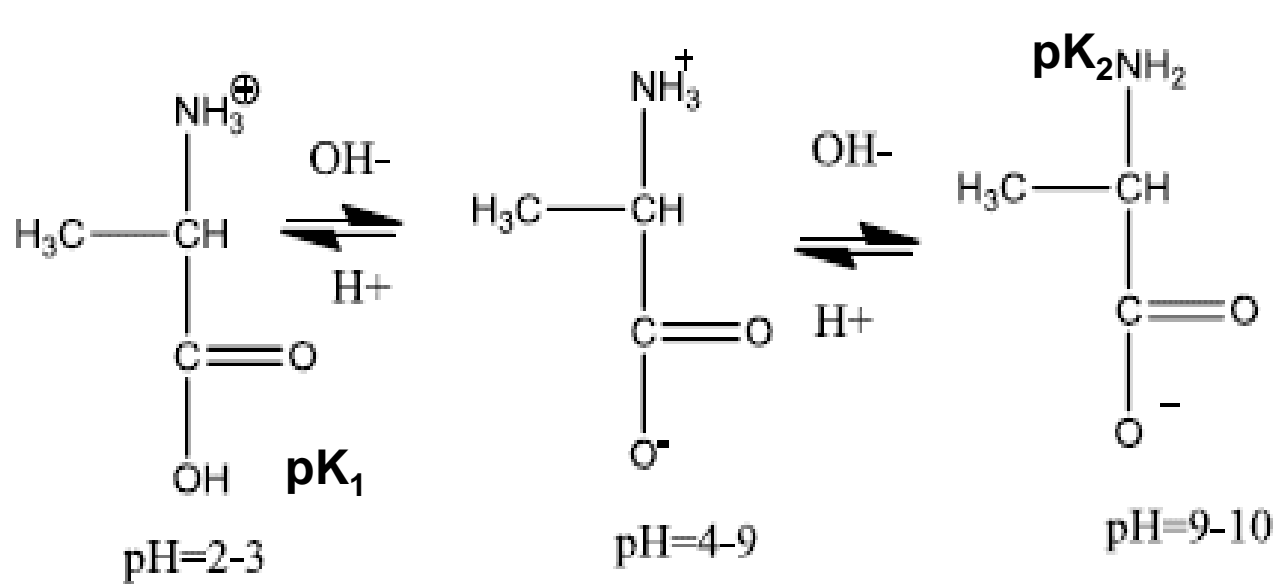


Τα αμινοξέα έχουν 2 εναντιομερή (L και D)

Ο α-άνθρακας συνδέεται με 4 διαφορετικές χημικές ομάδες και ονομάζεται ασύμμετρος ή χειρόμορφος

**Ποιο αμινοξύ δεν έχει 2 εναντιομερή και γιατί;**

# Οξεοβασικές Ιδιότητες Αμινοξέων



Σε όξινες τιμές pH η Αλανίνη είναι θετικά φορτισμένη

Σε βασικές τιμές pH η Αλανίνη είναι αρνητικά φορτισμένη

Σε τιμές pH 4-9 η Αλανίνη έχει φορτισμένες την αμινομάδα και το καρβοξύλιο, άρα είναι σε μορφή διπολικού ιόντος (zwitterion).

Το pH όπου το αμινοξύ έχει καθαρό φορτίο ίσο με μηδέν ονομάζεται ισοηλεκτρικό σημείο (pI).

$\text{pI} = (\text{pK}_1 + \text{pK}_2) / 2$  στην περίπτωση της Αλανίνης αφού η πλευρική αλυσίδα δεν έχει φορτίο

**Άσκηση: Σχεδιάστε την τιτλοδότηση της Αργινίνης ( $\text{pK}_1=2,2$   $\text{pK}_2=9,0$   $\text{pK}_3=12,5$  με  $\text{NaOH}$ ) και υπολογίστε το pI**