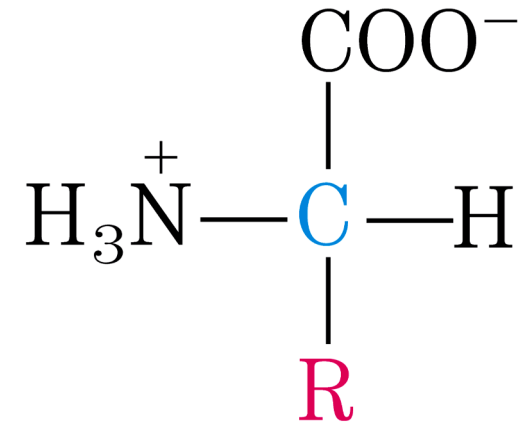


# Gli amminoacidi: le unità monomeriche delle proteine

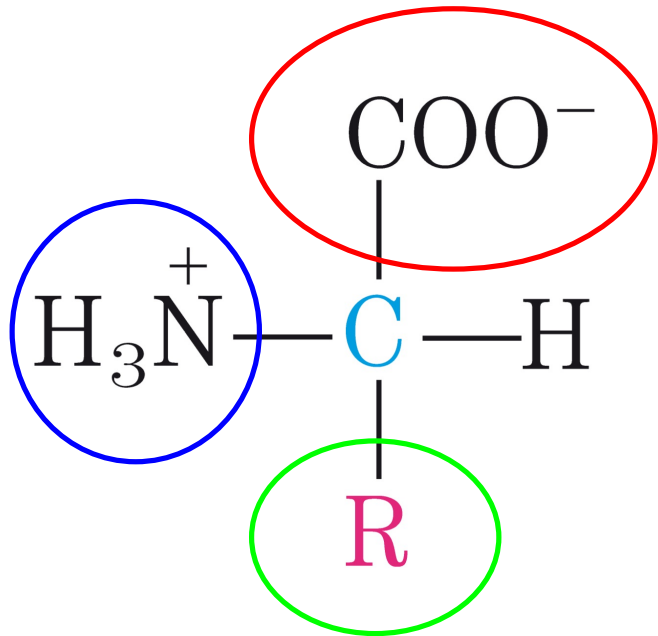
Le proteine sono le macromolecole biologiche più abbondanti, presenti in tutti i tipi di cellule ed in tutte le frazioni subcellulari.

Sono il prodotto finale dell'informazione genica ed assolvono funzioni specifiche (es. ormoni, enzimi, recettori, anticorpi etc.)

Gli amminoacidi sono composti organici molto diffusi in natura, assolvono molteplici funzioni ad es. sono intermedi del metabolismo azotato e Neurotrasmettitori



# Struttura generale di un amminoacido



Tutti i 20 amminoacidi presenti nelle proteine sono  $\alpha$ -amminoacidi, ossia hanno un gruppo carbossilico (**COOH**) ed un gruppo amminico (**NH<sub>2</sub>**) legati allo stesso atomo di **C** (il carbonio  $\alpha$ )

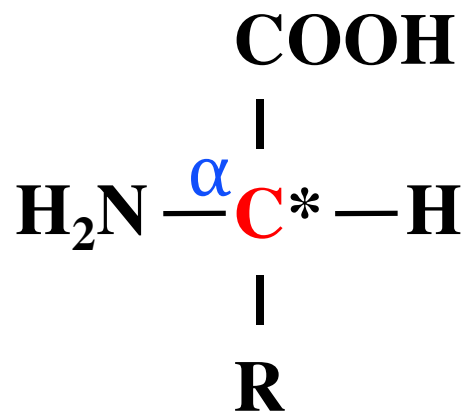
Gli amminoacidi differiscono tra loro per la catena laterale o gruppo **R**.

Il gruppo **R** si differenzia per struttura, dimensioni e carica influenzando le proprietà dell'amminoacido, ad es. la sua solubilità in acqua.

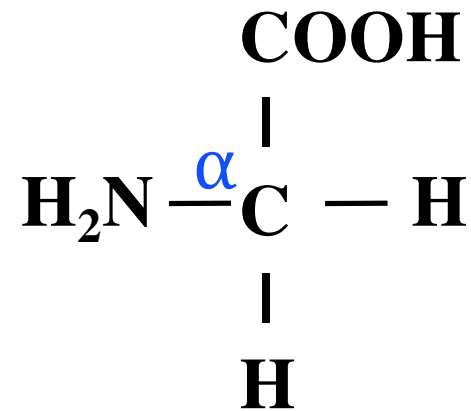
# $\alpha$ -amminoacidi

Tutti gli  $\alpha$ -amminoacidi presentano almeno un centro chirale costituito dal carbonio in alfa, ad eccezione della glicina.

Si definisce centro chirale, un atomo a cui sono legati quattro atomi o raggruppamenti atomici diversi.



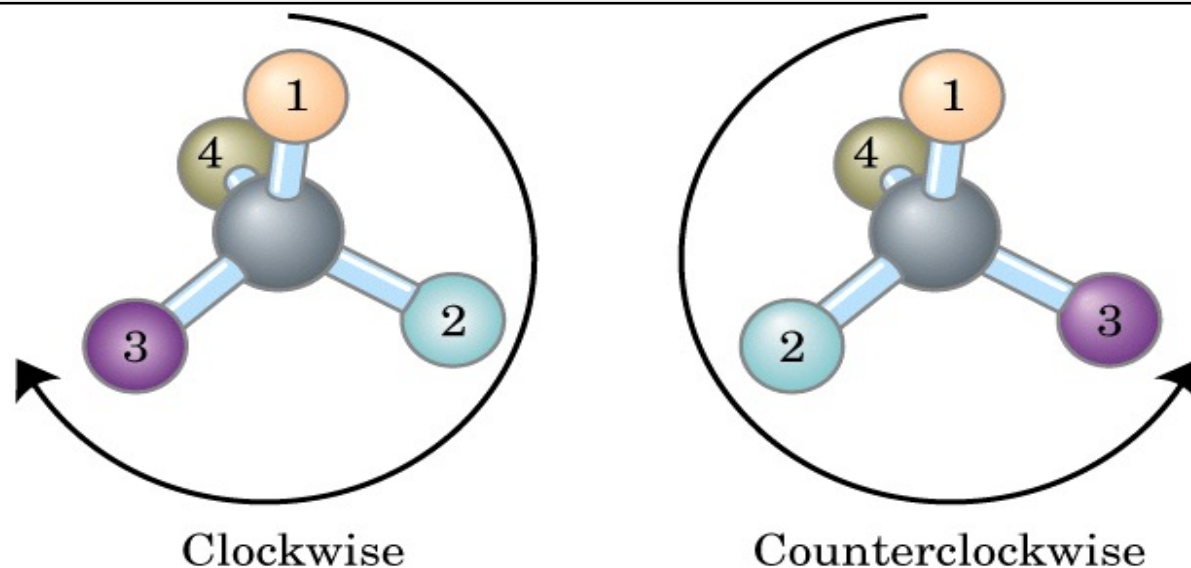
$\alpha$ -amminoacido generico  
(chirale)



Glicina

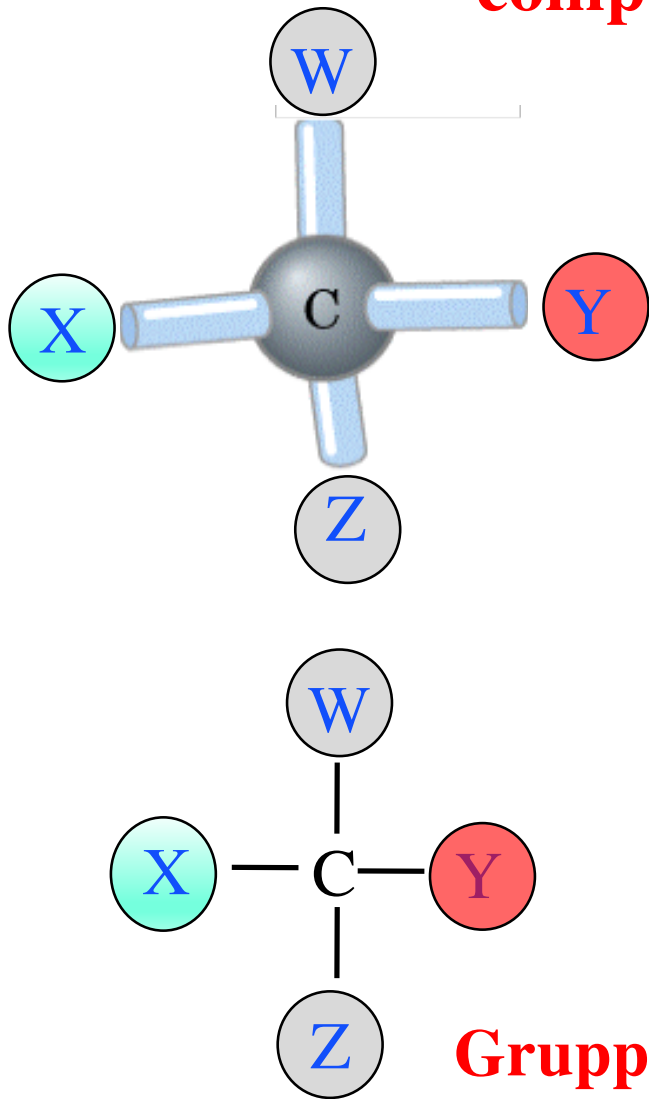
# Enantiomeri

Quando è presente un atomo chirale, è possibile scrivere due formule di struttura **tridimensionali**, che sono una l'immagine speculare dell'altra. Vengono definiti enantiomeri.



Due enantiomeri presentano stesse proprietà chimiche, ma differiscono per una unica proprietà fisica: fanno variare il piano di vibrazione della luce polarizzata in maniera perfettamente opposta. Sono quindi composti otticamente attivi.

# Proiezioni di Fischer delle formule di struttura dei composti con atomi di carbonio chirali. 5



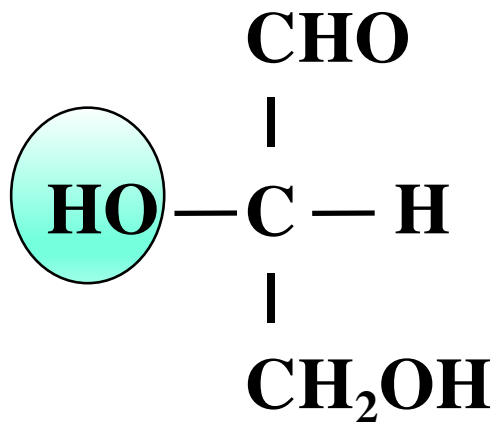
- L'atomo di carbonio giace sul piano del foglio
- I legami che si allontanano dall'osservatore vengono indicati con linee verticali
- I legami che si dirigono verso l'osservatore vengono indicati con linee orizzontali

## SERIE STEREOCHIMICA

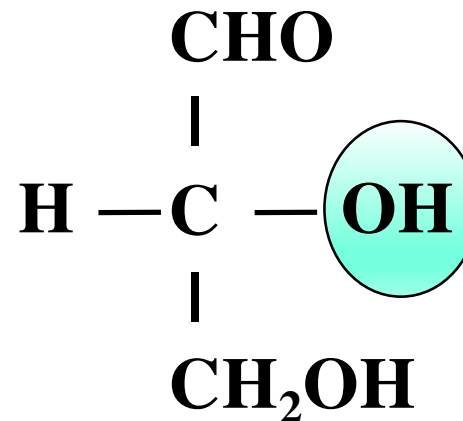
**Gruppo di composti chirali strutturalmente correlati.**

## Serie stereochimiche (1)

L'appartenenza di un composto chirale ad una serie stereochimica, viene verificata per omologia tra la struttura dell'atomo di carbonio in esame e quello presente nell'aldeide glicerica (2-idrossi propanale).



**L-gliceraldeide**



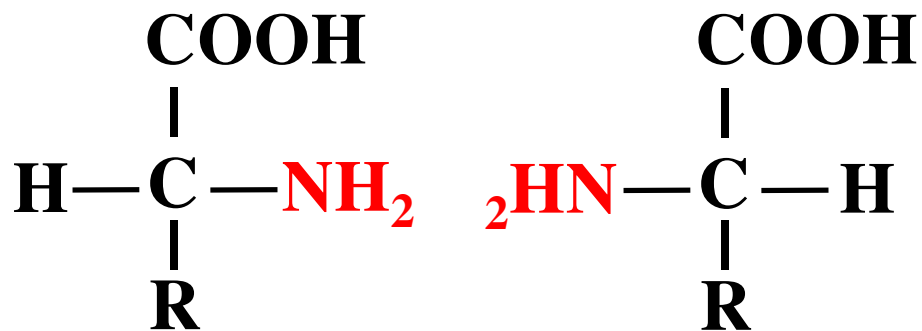
**D-gliceraldeide**

## Appartenenza di un $\alpha$ -amminoacido ad una serie stereochimica

- Identificare l'atomo di carbonio chirale ed i suoi sostituenti (- COOH, - R, - H, - NH<sub>2</sub>)
- Legare il gruppo a priorità maggiore (COOH) in alto
- Legare il gruppo discriminante per la serie (R) in basso

Si assegna la

configurazione D all' $\alpha$ -amminoacido che presenta il gruppo a priorità maggiore tra quelli rimasti (- NH<sub>2</sub>) a destra come nella D-gliceraldeide



**Configurazione D**    **Configurazione L**

*I residui amminoacidici nelle proteine sono tutti L-stereoisomeri*

## Classificazione degli $\alpha$ -amminoacidi

- **Gli  $\alpha$ -amminoacidi che si trovano nelle proteine si differenziano per le diverse catene laterali (-R) legate all'atomo di carbonio asimmetrico.**

**Questa distinzione rappresenta un criterio per la loro classificazione in non polari, polari non carichi e carichi.**

- **Un'altra classificazione distingue gli amminoacidi in essenziali e non essenziali.**

***Gli amminoacidi essenziali non sono sintetizzabili attraverso il metabolismo e quindi devono essere introdotti con la dieta.***



## Amminoacidi non polari (6)

-H glicina

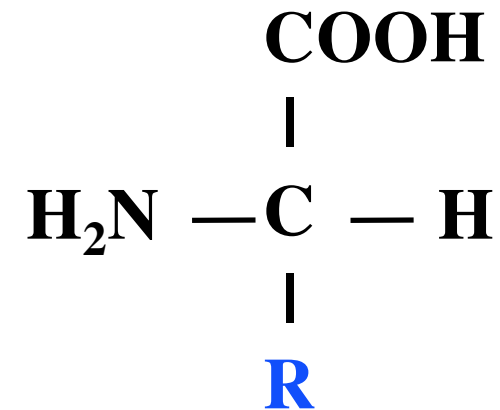
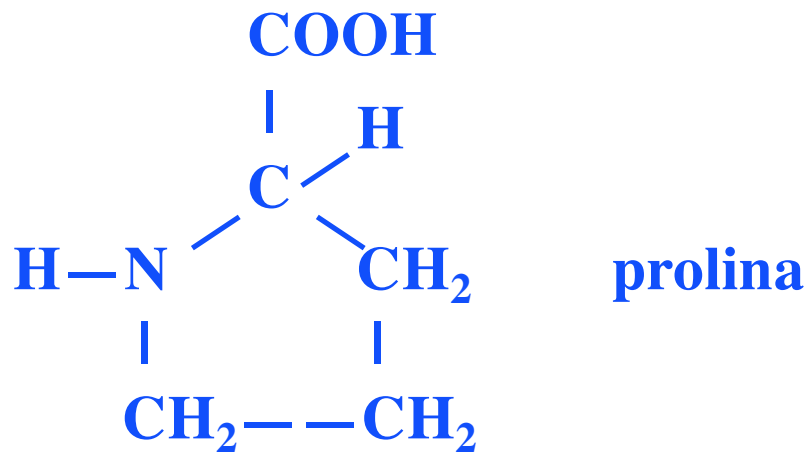
-CH<sub>3</sub> alanina

-CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> valina

-CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> leucina

-CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> isoleucina

-(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SCH<sub>3</sub> metionina



## Amminoacidi polari non carichi (6)

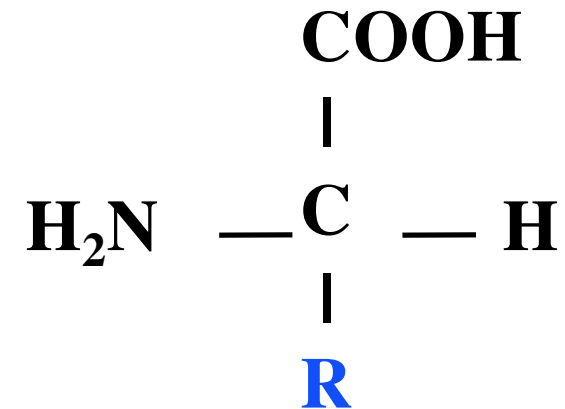
-CH<sub>2</sub>OH serina

-CH(OH)CH<sub>3</sub> treonina

-CH<sub>2</sub>SH cisteina

-CH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub> asparagina

-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub> glutammina

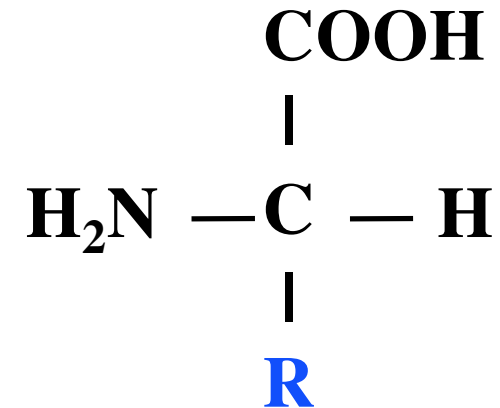
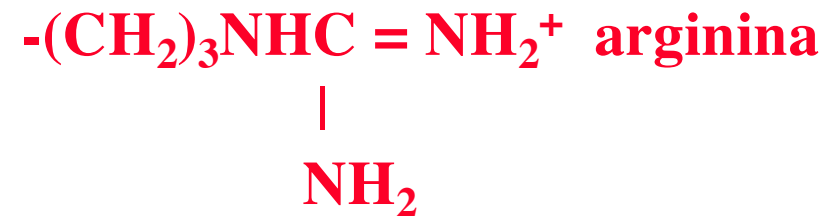
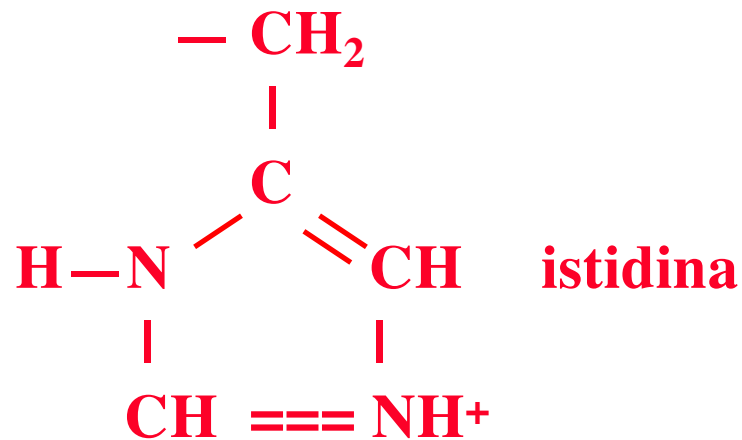


# Amminoacidi polari carichi (5)

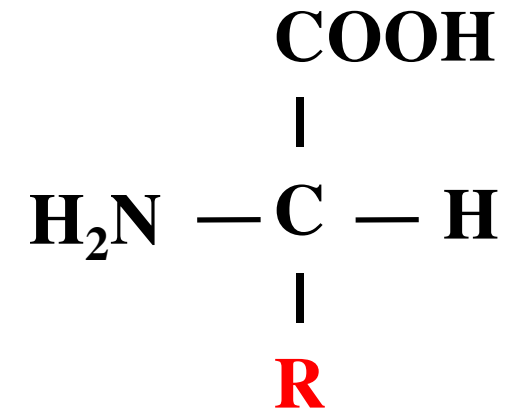
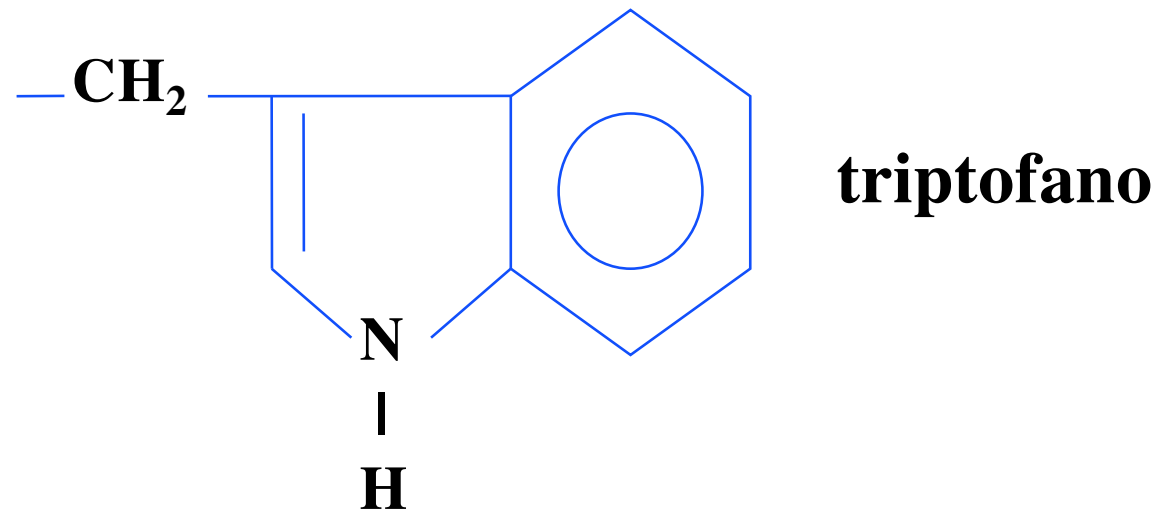
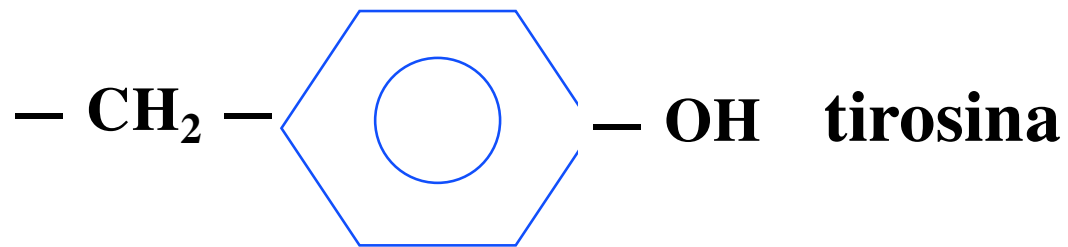
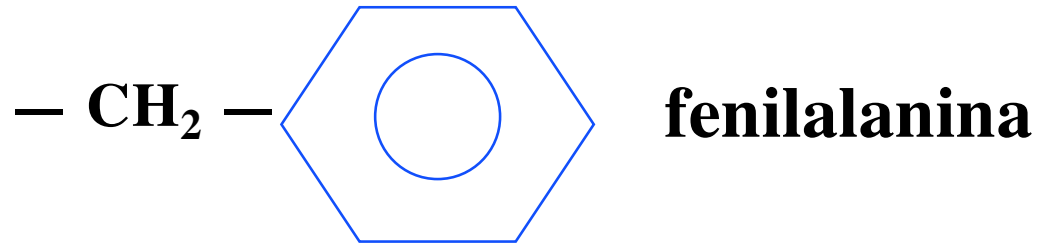
$-\text{CH}_2\text{COO}^-$  acido aspartico

$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$  acido glutammico

$-(\text{CH}_2)_4\text{NH}_3^+$  lisina



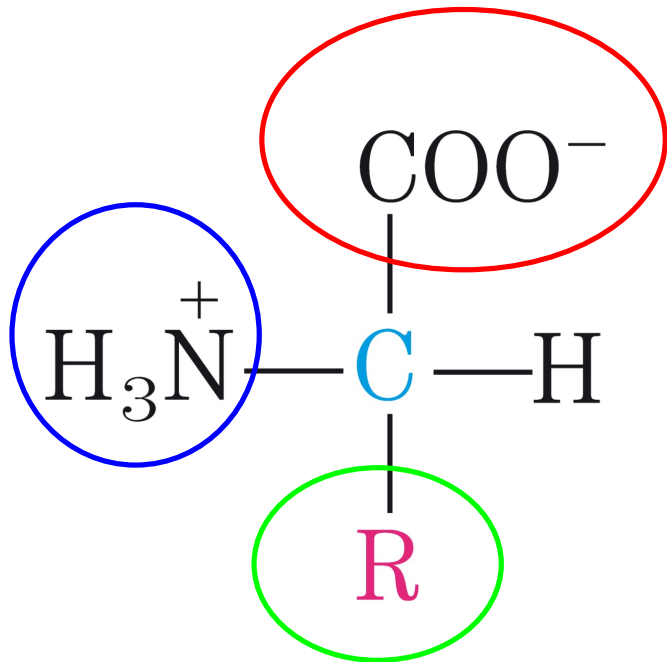
## Amminoacidi aromatici (3)



## I venti amminoacidi presenti nelle proteine vengono identificati con simboli

<b>Acido aspartico</b>	<b>Asp</b>	<b>D</b>	<b>Istidina</b>	<b>His</b>	<b>H</b>
<b>Acido glutammico</b>	<b>Glu</b>	<b>E</b>	<b>Leucina</b>	<b>Leu</b>	<b>L</b>
<b>Alanina</b>	<b>Ala</b>	<b>A</b>	<b>Lisina</b>	<b>Lys</b>	<b>K</b>
<b>Asparagina</b>	<b>Asn</b>	<b>N</b>	<b>Metionina</b>	<b>Met</b>	<b>M</b>
<b>Arginina</b>	<b>Arg</b>	<b>R</b>	<b>Prolina</b>	<b>Pro</b>	<b>P</b>
<b>Cisteina</b>	<b>Cys</b>	<b>C</b>	<b>Serina</b>	<b>Ser</b>	<b>S</b>
<b>Fenilalanina</b>	<b>Phe</b>	<b>F</b>	<b>Tirosina</b>	<b>Tyr</b>	<b>Y</b>
<b>Isoleucina</b>	<b>Ile</b>	<b>I</b>	<b>Treonina</b>	<b>Thr</b>	<b>T</b>
<b>Glutamina</b>	<b>Gln</b>	<b>Q</b>	<b>Triptofano</b>	<b>Trp</b>	<b>W</b>
<b>Glicina</b>	<b>Gly</b>	<b>G</b>	<b>Valina</b>	<b>Val</b>	<b>V</b>

# Gli aminoacidi possono comportarsi da acidi e da basi<sup>14</sup>

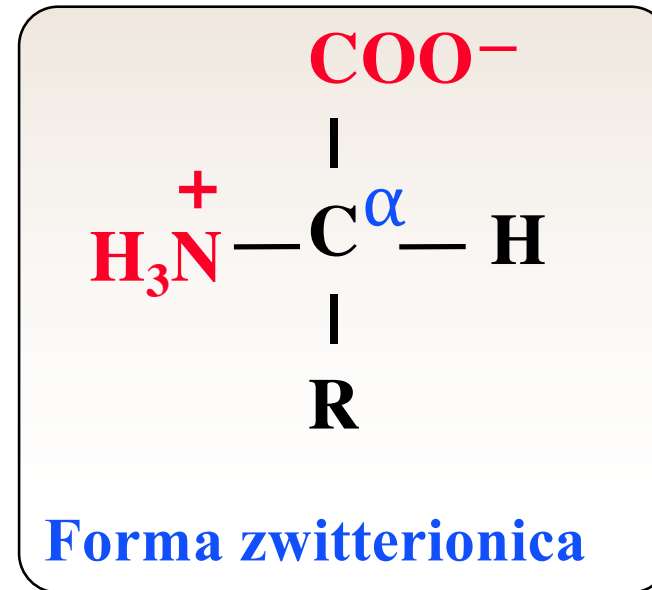
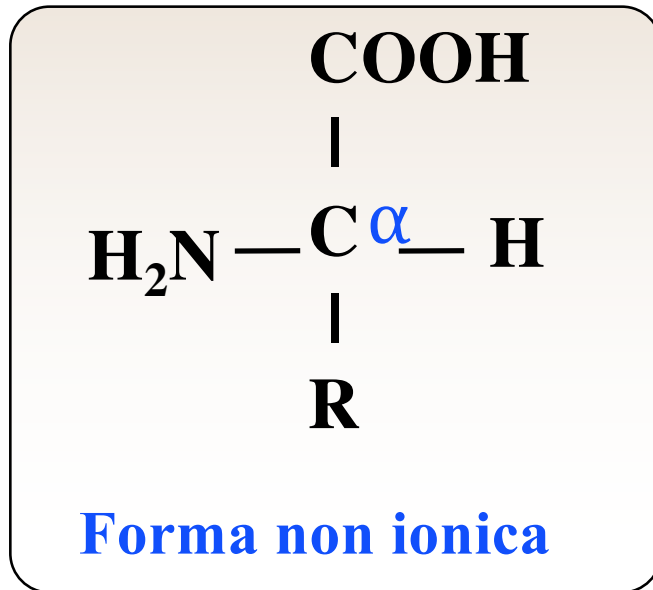


Allo stato puro, gli aminoacidi sono sostanze ioniche cristalline; in soluzione acquosa i **gruppi -COOH** e **-NH<sub>2</sub>** negli  $\alpha$ -aminoacidi si trovano in forma ionizzata.

I gruppi carbossilici ed i gruppi amminici, con i gruppi R ionizzabili, agiscono da acidi e basi deboli

## Quale è la carica di un aminoacido in soluzione ?

# Quando un amminoacido viene sciolto in acqua, diventa uno ione dipolare o zwitterione



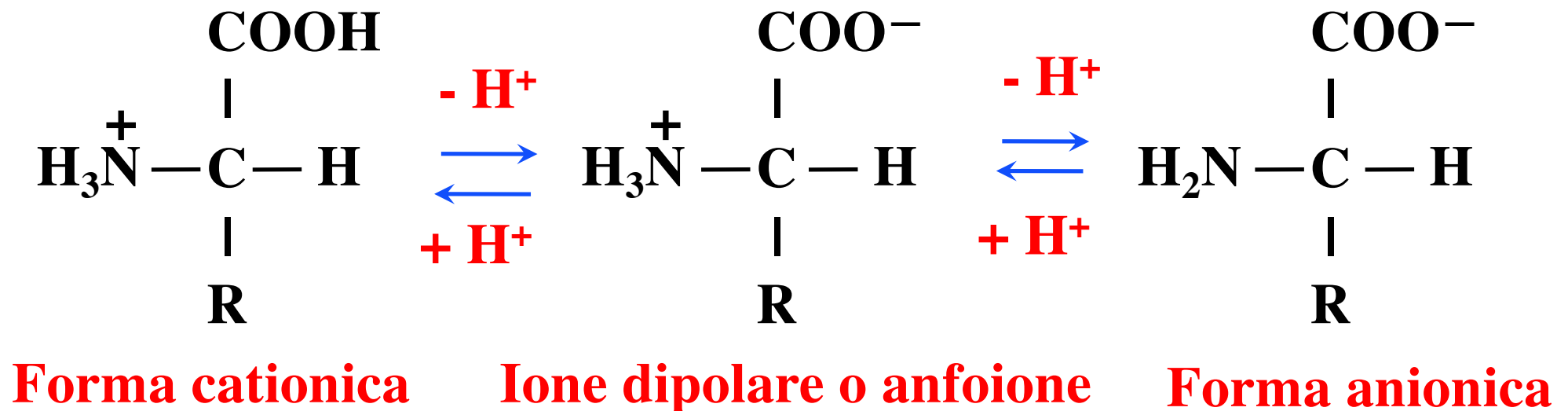
Nelle soluzioni acquose la forma non ionica è assente;

- per ogni amminoacido, esiste un valore di pH a cui predomina la forma zwitterionica;

- lo zwitterione può comportarsi come acido o come base; i composti con questa doppia natura (acido-base) sono chiamati **anfolti**.

# Equilibrio acido-base negli $\alpha$ -amminoacidi

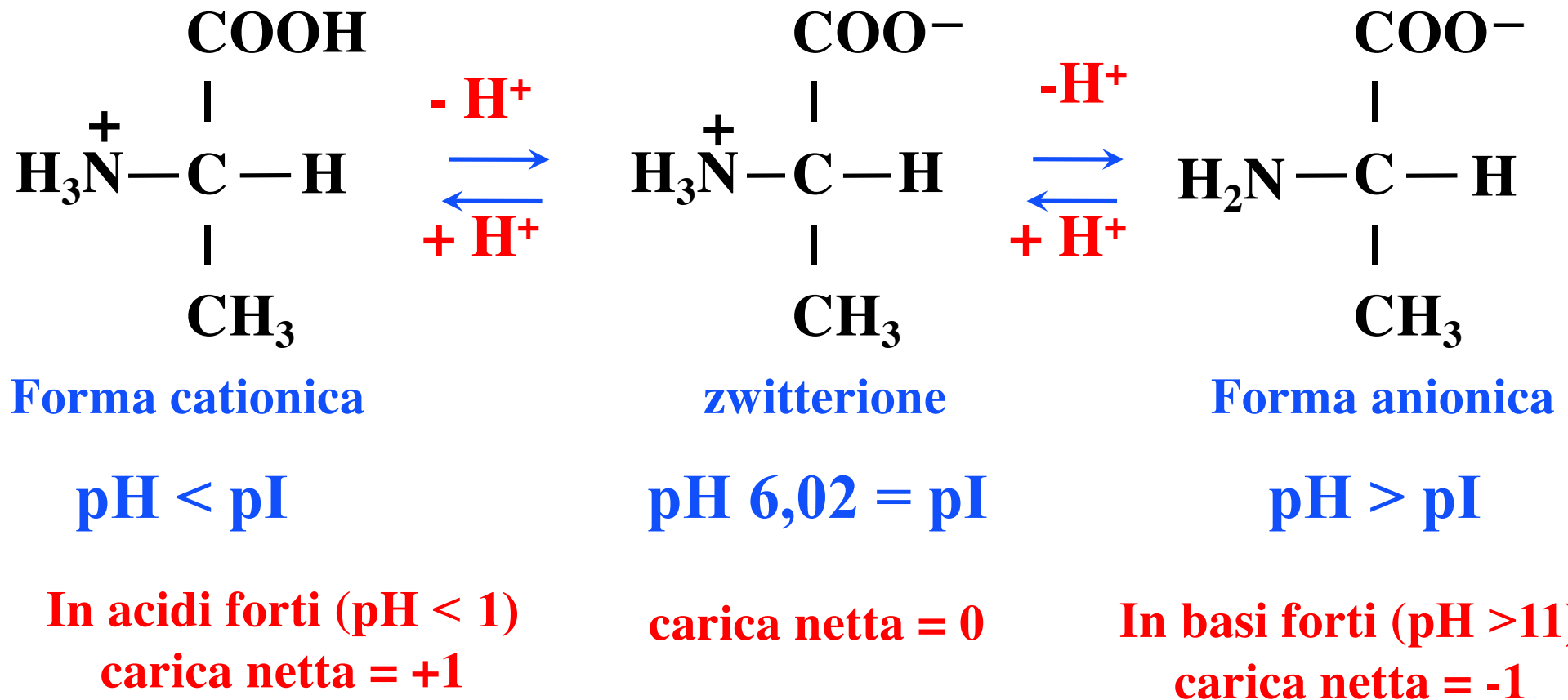
Partendo dalla forma completamente protonata (forma cationica), un amminoacido monoammino monocarbossilico si comporta come un acido diprotico.





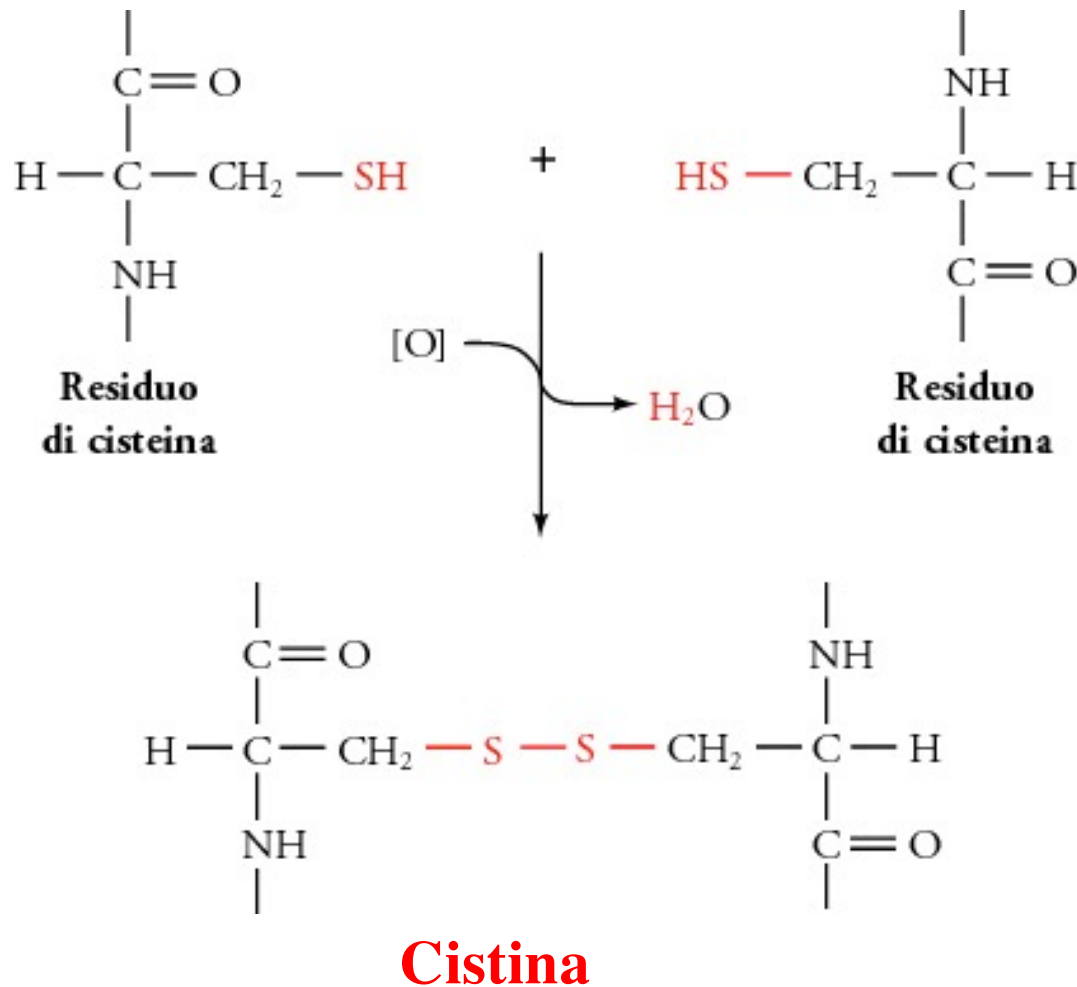
## Punto isoelettrico (pI): valore di pH al quale la forma zwitterionica è quella predominante

Per la L- $\alpha$ -alanina il pI, con carica netta = 0, si verifica ad un valore di pH=6,02



# Un amminoacido con catena laterale molto reattiva: la cisteina

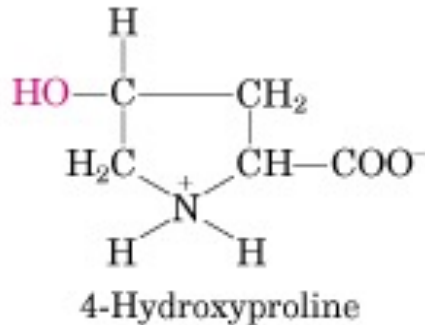
18



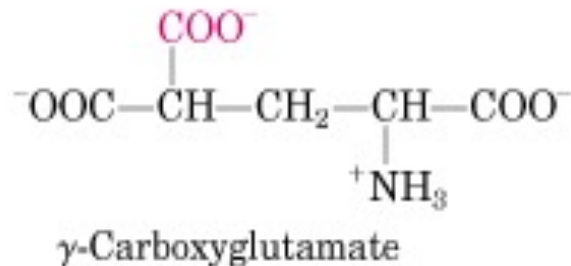
**Formazione reversibile  
di un ponte disolfuro  
per ossidazione di 2  
molecole di **cisteina**.**

**I ponti disolfuro  
stabilizzano la  
struttura di molte  
proteine; possono  
essere intracatena o  
intercatena**

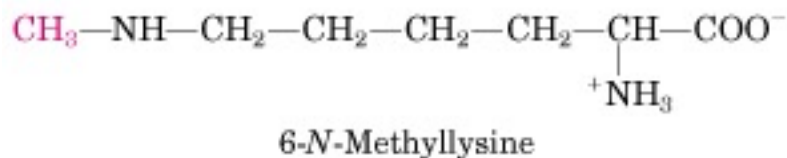
## Nelle proteine si possono trovare anche aminoacidi modificati (1)



La 4-idrossiprolina si trova nelle proteine della parete cellulare delle cellule vegetali e nel collagene, una proteina fibrosa del tessuto connettivo in cui è presente anche la 5-idrossilisina.

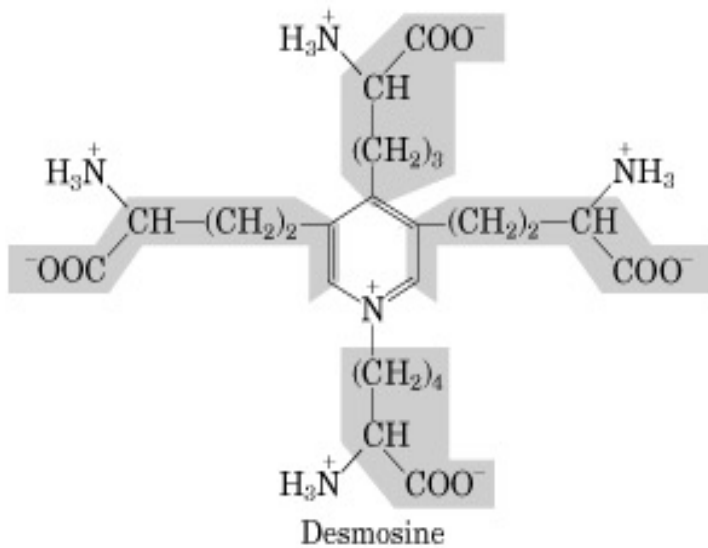


Il carbossiglutammato si trova nella protrombina, una proteina che partecipa alla coagulazione e che lega il calcio.

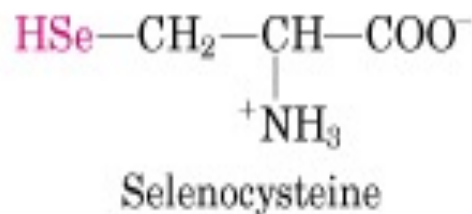


L'N-metillisina si trova nella miosina, una proteina contrattile del muscolo.

## Nelle proteine si possono trovare anche aminoacidi modificati (2)

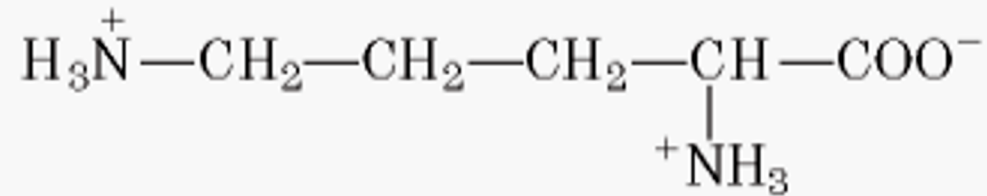


La desmosina deriva da 4 residui di lisina, ed è presente nella proteina fibrosa elastina.

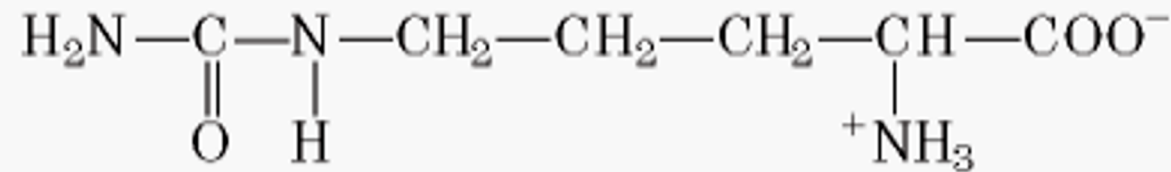


La selenocisteina contiene selenio al posto dell'atomo di zolfo della cisteina. Deriva dalla serina ed è introdotto come tale durante la sintesi proteica.

# Amminoacidi non proteinogenici



Ornitina



Citrullina

**Sono intermedi fondamentali nella biosintesi dell'arginina e nel ciclo dell'urea**