

QBQ 0104 - Bioquímica e Biologia Molecular - 2023
CURSO DE FISIOTERAPIA
INSTITUTO DE QUÍMICA - IQUSP

1. Equipe

Docentes: Prof. Graziella E. Ronsein (ronsein@iq.usp.br) e Prof. Ricardo Giordano (giordano@iq.usp.br).

Monitor: Denilson Feijoeiro Garcia (denilson.fgarcia@usp.br)

2. Carga horária

A disciplina será ministrada às segundas-feiras das 14:00 às 17:40 h.

3. Estrutura

A disciplina será desenvolvida em três blocos de conteúdos: (i) Estrutura e Reatividade de Biomoléculas, (ii) Metabolismo e (iii) Biologia Molecular. Os tópicos serão tratados em aulas expositivas, períodos de estudo em sala e em casa, grupos de discussão e resolução de exercícios.

4. Avaliação

O desempenho dos alunos será avaliado em três provas escritas, realizadas nos dias especificados no calendário anexo. Além das provas (P) escritas, o desempenho dos alunos será avaliado na resolução de exercícios (RE) que podem ser feitos em grupo.

A média final será calculada de acordo com a fórmula: $(P1 + P2 + P3 \times 0.9)/3 + (\text{Média RE} \times 0.1)$.

Uma prova substitutiva, versando sobre todo o conteúdo da matéria será aplicada somente para os alunos que faltarem a qualquer uma das provas por motivo justificado: (i) Doença (apresentar atestado médico); (ii) Apresentação de trabalho em evento científico (apresentar certificado e resumo do trabalho); (iii) Luto de parente (comprovar). A solicitação e comprovantes deverão ser encaminhados por meio eletrônico aos docentes da disciplina.

Alunos que obtiverem média igual ou superior a cinco serão aprovados. Os alunos que tiverem média inferior a três serão reprovados.

Os alunos que tiverem média entre três e cinco e frequência acima de 70% terão direito de fazer uma prova de recuperação. Esta prova versará sobre todo o conteúdo da disciplina.

5. Programa

Estrutura e reatividade de biomoléculas: Estrutura e propriedades de aminoácidos, proteínas, enzimas, lipídios, carboidratos e membranas biológicas.

Metabolismo: Visão geral do metabolismo. Glicólise. Gliconeogênese. Beta-oxidação de ácidos graxos. Acetil-CoA: formação e destino. Ciclo de Krebs. Cadeia de transporte de elétrons e fosforilação oxidativa. Metabolismo do Glicogênio e dos aminoácidos. Síntese de ácidos graxos. Regulação hormonal do metabolismo. Fontes energéticas para a contração muscular

Biologia Molecular: Estrutura do DNA e RNA. Dogma Central de Biologia Molecular: Replicação, Transcrição e Biossíntese de proteínas. Código genético. PCR.

6. Bibliografia

Em Português (edições recentes)

Bioquímica Básica - A. Marzzoco & B.B. Torres Ed. Guanabara Koogan

Princípios de Bioquímica - A.L. Lehninger, D.L. Nelson & M.M. Cox Ed. Sarvier.

Fundamentos de Bioquímica – D. Voet, J. G. Voet & C. W. Pratt Artmed Editora

Em Inglês (edições recentes)

Lehninger Principles of Biochemistry - D.L. Nelson & M.M. Cox Worth Publishers

Biochemistry - D. Voet & J.G. Voet - John Wiley & Sons

7. Página da Disciplina

A disciplina usará como suporte a plataforma de aprendizado eletrônico e-disciplinas, onde disponibilizaremos materiais relativos ao curso (exercícios, slides de aulas, etc.)

Calendário e Programa da QBQ0104

13/03	Recepção aos calouros. Não haverá aula.	
20/03	Água, Tampões, Aminoácidos	Graziella
27/03	Peptídeos e Proteínas.	Graziella
03/04	Semana Santa. Não haverá aula.	
10/04	Enzimas.	Graziella
17/04	Carboidratos. Lipídios. Membranas biológicas.	Graziella
24/04	Prova 1	Graziella
01/05	Feriado.	
08/05	Introdução ao Metabolismo, Glicólise e Gliconeogênese	Graziella
15/05	Formação de Acetil-CoA e Ciclo de Krebs	Graziella
22/05	Degradação e síntese de ácidos graxos. Corpos cetônicos	Graziella
29/05	Metabolismo dos aminoácidos. Cadeia de transporte de elétrons e fosforilação oxidativa.	Graziella
05/06	Metabolismo do Glicogênio e Regulação hormonal do metabolismo.	Graziella
12/06	Prova 2	Graziella
19/06	Estrutura de Ácidos Nucleicos. Dogma da Biologia Molecular.	Ricardo
26/06	Replicação do DNA. Transcrição.	Ricardo
03/07	Código Genético e Biossíntese de proteínas.	Ricardo
10/07	Prova 3	Ricardo
17/07	Prova Substitutiva	
24/07	Prova Recuperação	Graziella

QBQ0104 - Bioquímica e Biologia Molecular (2023)

Início / Meus Ambientes / 2023 / IQ / QBQ / QBQ0104-2023

Desativar edição

Atividade	Ações
+ Avisos	Editar
+ Cronograma	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Água, Tampões, Aminoácidos	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Tópico 2	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Tópico 3	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Tópico 4	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Tópico 5	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Tópico 6	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Tópico 7	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	
+ Tópico 8	Editar
+ Adicionar uma atividade ou recurso	

Água, tampões e aminoácidos

QBQ0104 – 2023

Ligações de Hidrogênio são responsáveis pelas propriedades da água

Pontos de fusão, ebulição muito maiores que outras moléculas→ atração entre as moléculas de água

TABLE 2-1 Melting Point, Boiling Point, and Heat of Vaporization of Some Common Solvents

	Melting point (°C)	Boiling point (°C)	Heat of vaporization (J/g)*
Water	0	100	2,260
Methanol (CH ₃ OH)	−98	65	1,100
Ethanol (CH ₃ CH ₂ OH)	−117	78	854
Propanol (CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH)	−127	97	687
Butanol (CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH)	−90	117	590
Acetone (CH ₃ COCH ₃)	−95	56	523
Hexane (CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃)	−98	69	423
Benzene (C ₆ H ₆)	6	80	394
Butane (CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃)	−135	−0.5	381
Chloroform (CHCl ₃)	−63	61	247

*The heat energy required to convert 1.0 g of a liquid at its boiling point and at atmospheric pressure into its gaseous state at the same temperature. It is a direct measure of the energy required to overcome attractive forces between molecules in the liquid phase.

Ligações de Hidrogênio são responsáveis pelas propriedades da água

Água

Geometria: tetraedro com ângulo de 104.5°

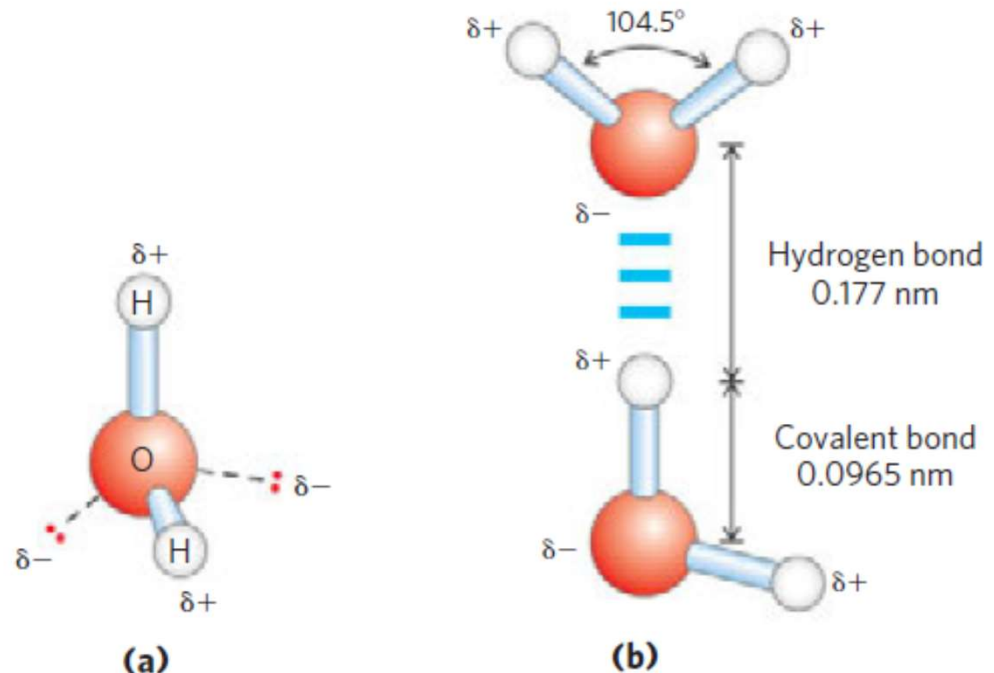
Oxigênio atrai mais os elétrons que o hidrogênio (mais eletronegativo) → dipolos elétricos

H carga parcial positiva

O: carga parcial negativa

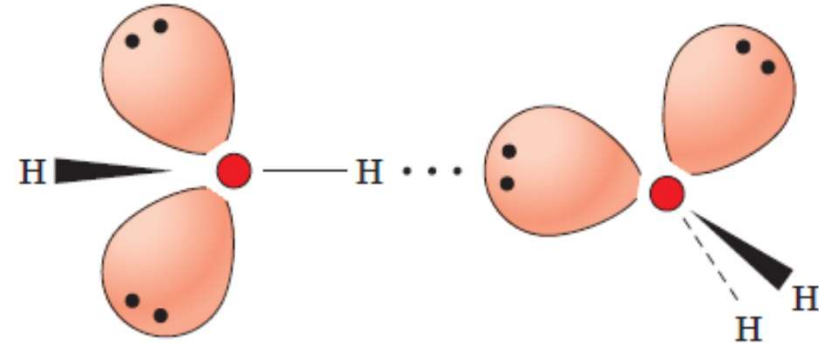
Então:

Há 1 interação eletrostática entre o átomo de O de 1 molécula de água e o H de outra: **ligação de hidrogênio**

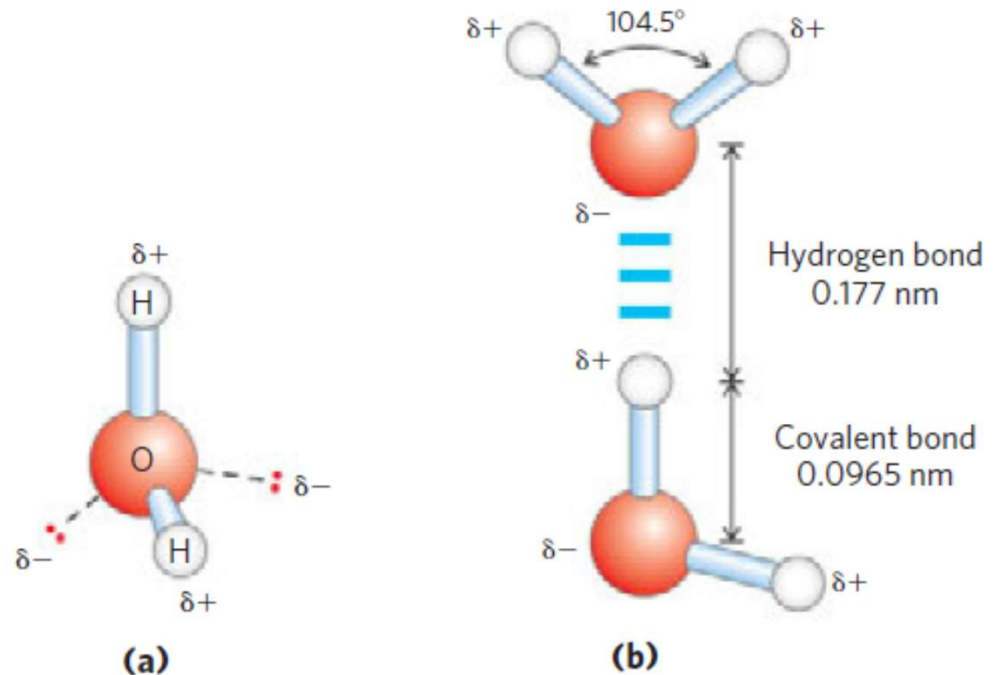


Ligações de Hidrogênio

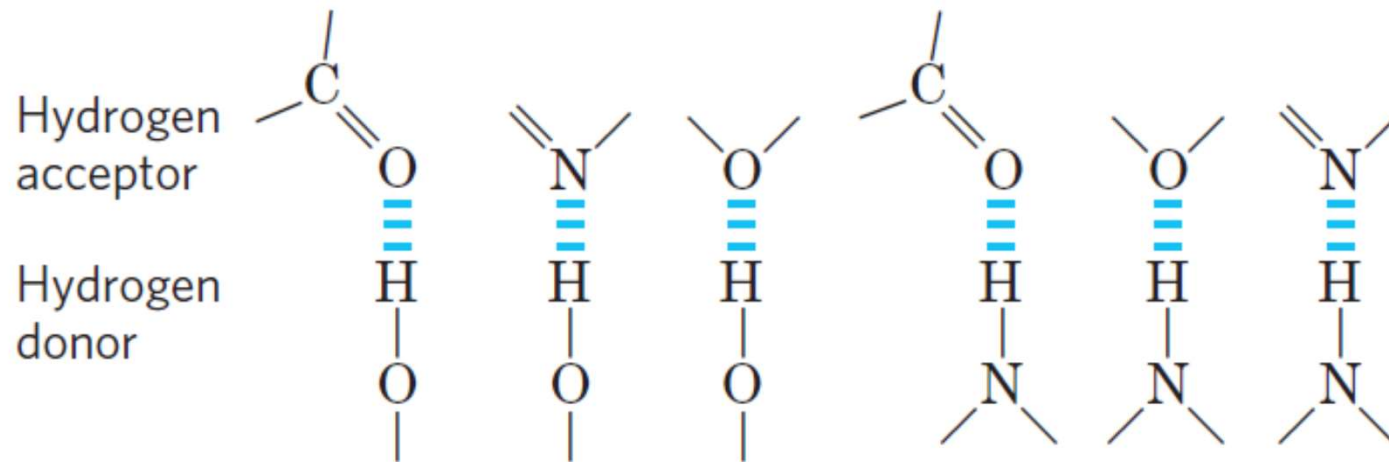
- Fracas
- Caráter 10 % covalente
90 % eletrostática
- Tempo de meia vida: 1 -20 ps (10^{-12} seg)
- Tempo de formação de 1 nova ligação: 0.1 ps



	Energia de dissociação da ligação (KJ/mol)
Ligação de Hidrogênio	23
Ligação covalente O-H	470



A água forma Ligações de Hidrogênio com solutos polares



- **Entretanto:**

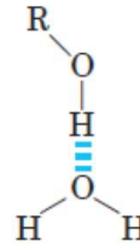
Carbono não participa nas ligações de hidrogênio – pouca $\neq$ eletronegatividade entre C e H

Por que biomoléculas polares dissolvem em água?

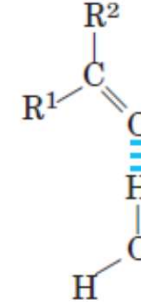
Ligações de hidrogênio possuem efeito estabilizador

Alcoois, aldeídos, cetonas e compostos com N-H formam Ligações de hidrogênio: solúveis em água

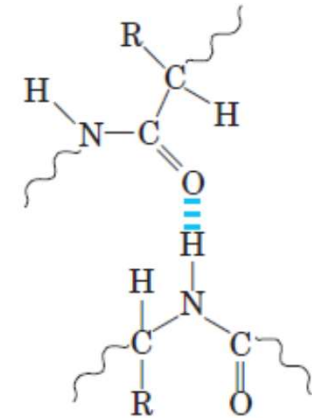
Between the hydroxyl group of an alcohol and water



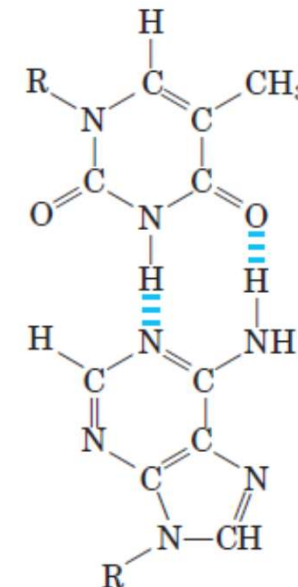
Between the carbonyl group of a ketone and water



Between peptide groups in polypeptides



Between complementary bases of DNA



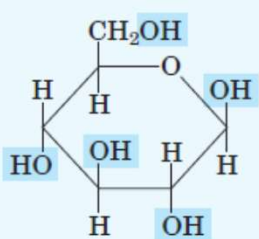
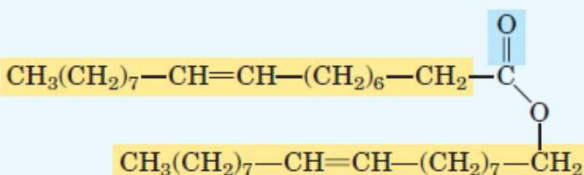
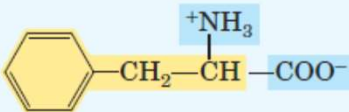
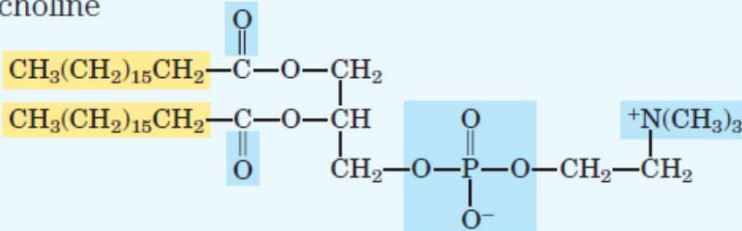
Thymine

Adenine

E as biomoléculas? Quais são solúveis em água?

Água substitui as ligações de hidrogênio soluto-soluto por ligações água-soluto

TABLE 2-2 Some Examples of Polar, Nonpolar, and Amphipathic Biomolecules (Shown as Ionic Forms at pH 7)

Polar		Nonpolar	
Glucose		Typical wax	
Glycine	$^+\text{NH}_3\text{---CH}_2\text{---COO}^-$	Amphipathic	
Aspartate	$\text{---OOC---CH}_2\text{---CH}^+\text{---COO}^-$	Phenylalanine	
Lactate	$\text{CH}_3\text{---CH---COO}^-$ OH	Phosphatidylcholine	
Glycerol	$\text{HOCH}_2\text{---CH---CH}_2\text{OH}$ OH		
			

Gases apolares são pouco solúveis em água

Falta de polaridade e diminuição de entropia quando os gases entram em solução
Faz estes gases serem pouco solúveis em água

TABLE 2-3 Solubilities of Some Gases in Water

Gas	Structure*	Polarity	Solubility in water (g/L) [†]
Nitrogen	$\text{N}\equiv\text{N}$	Nonpolar	0.018 (40 °C)
Oxygen	$\text{O}=\text{O}$	Nonpolar	0.035 (50 °C)
Carbon dioxide	$\begin{array}{c} \delta- \quad \delta- \\ \longleftrightarrow \\ \text{O}=\text{C}=\text{O} \end{array}$	Nonpolar	0.97 (45 °C)
Ammonia	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \quad \diagup \\ \text{N} \\ \downarrow \delta- \end{array}$	Polar	900 (10 °C)
Hydrogen sulfide	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{S} \\ \downarrow \delta- \end{array}$	Polar	1,860 (40 °C)

*The arrows represent electric dipoles; there is a partial negative charge ($\delta-$) at the head of the arrow, a partial positive charge ($\delta+$; not shown here) at the tail.

[†]Note that polar molecules dissolve far better even at low temperatures than do nonpolar molecules at relatively high temperatures.

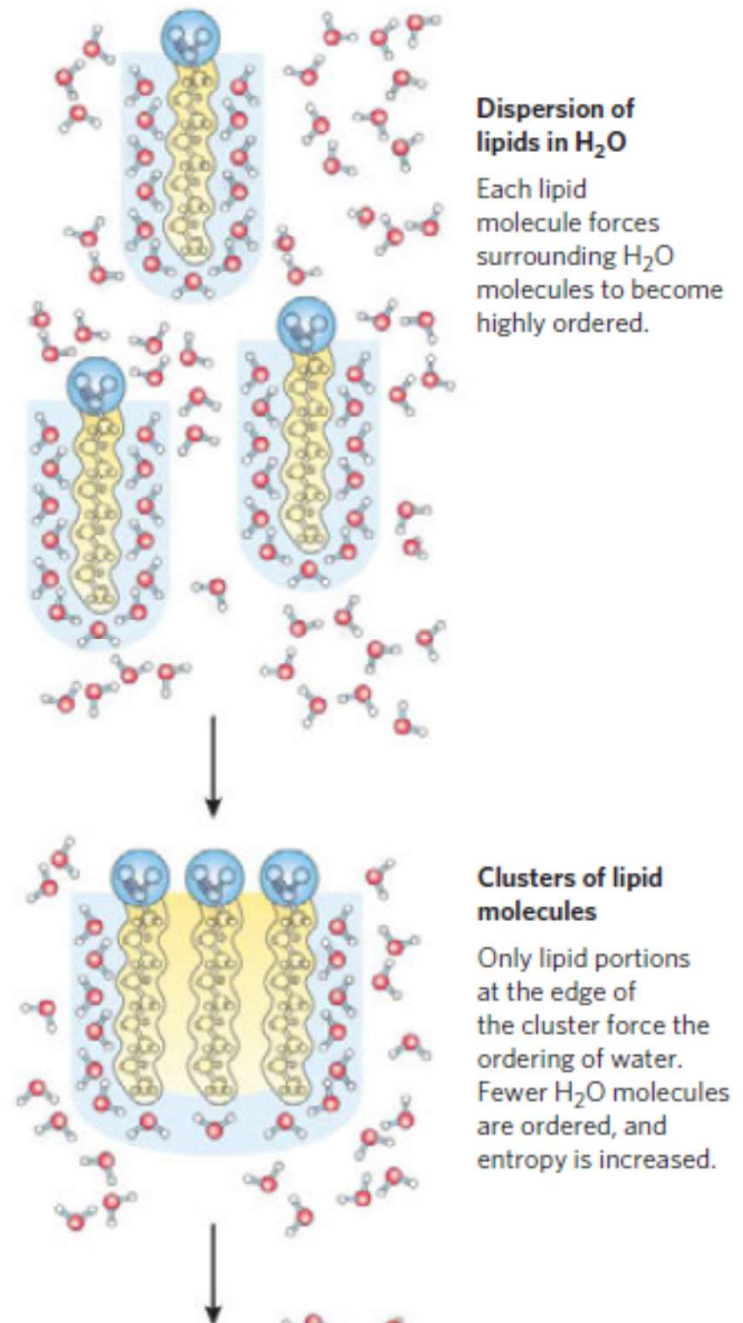
Compostos anfipáticos e água

Compostos anfipáticos: regiões polares (ou carregadas), e regiões apolares.

Em água:

- Partes polares tendem a se dissolver
- Partes hidrofóbicas agrupam-se para evitar a água e diminuir a área de interação

Grupos apolares são mantidos por **interações hidrofóbicas**: forças que mantêm as regiões apolares juntas e longe da água



Interações Fracas são essenciais para as macromoléculas

Efeito cumulativo

A conformação mais estável (nativa) é aquela onde as interações fracas são maximizadas

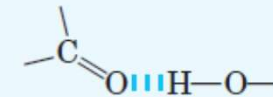
4 tipos de interações fracas:

- Ligações de hidrogênio
- Interações iônicas
- Interações hidrofóbicas
- Interações de Van der Waals

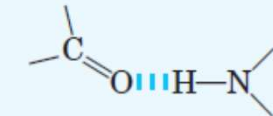
TABLE 2-5 Four Types of Noncovalent ("Weak") Interactions among Biomolecules in Aqueous Solvent

Hydrogen bonds

Between neutral groups



Between peptide bonds



Ionic interactions

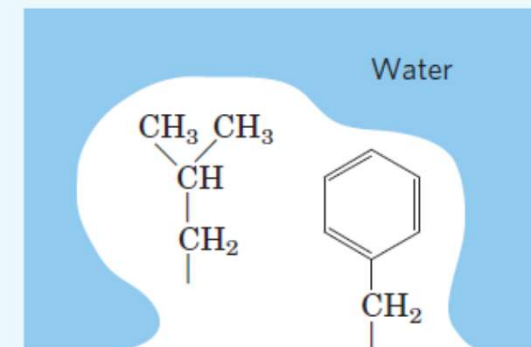
Attraction



Repulsion



Hydrophobic interactions



van der Waals interactions

Any two atoms in close proximity

Interações de Van der Waals são fracas

as nuvem de elétrons de Átomos não carregados
sofrem influencia um dos outros quando eles
estão próximos

Dipolo elétrico transitório que faz os átomos se
atraírem

Mas:

Ao chegar muito perto, as nuvens
eletrônicas se repelem

Raio de Van der Waals: medida de quão
Perto um átomo permite outro átomo
chegar

TABLE 2-4

van der Waals Radii and Covalent
(Single-Bond) Radii of Some Elements

Element	van der Waals radius (nm)	Covalent radius for single bond (nm)
H	0.11	0.030
O	0.15	0.066
N	0.15	0.070
C	0.17	0.077
S	0.18	0.104
P	0.19	0.110
I	0.21	0.133

A escala de pH

Designa a concentração de H^+ e OH^- em qualquer solução aquosa no intervalo de 1,0 M H^+ e 1,0 M OH^-

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+]$$

TABELA 2-6

A escala de pH

$[H^+](M)$	pH	$[OH^-](M)$	pOH*
$10^0(1)$	0	10^{-14}	14
10^{-1}	1	10^{-13}	13
10^{-2}	2	10^{-12}	12
10^{-3}	3	10^{-11}	11
10^{-4}	4	10^{-10}	10
10^{-5}	5	10^{-9}	9
10^{-6}	6	10^{-8}	8
10^{-7}	7	10^{-7}	7
10^{-8}	8	10^{-6}	6
10^{-9}	9	10^{-5}	5
10^{-10}	10	10^{-4}	4
10^{-11}	11	10^{-3}	3
10^{-12}	12	10^{-2}	2
10^{-13}	13	10^{-1}	1
10^{-14}	14	$10^0(1)$	0

A escala de pH e a vida

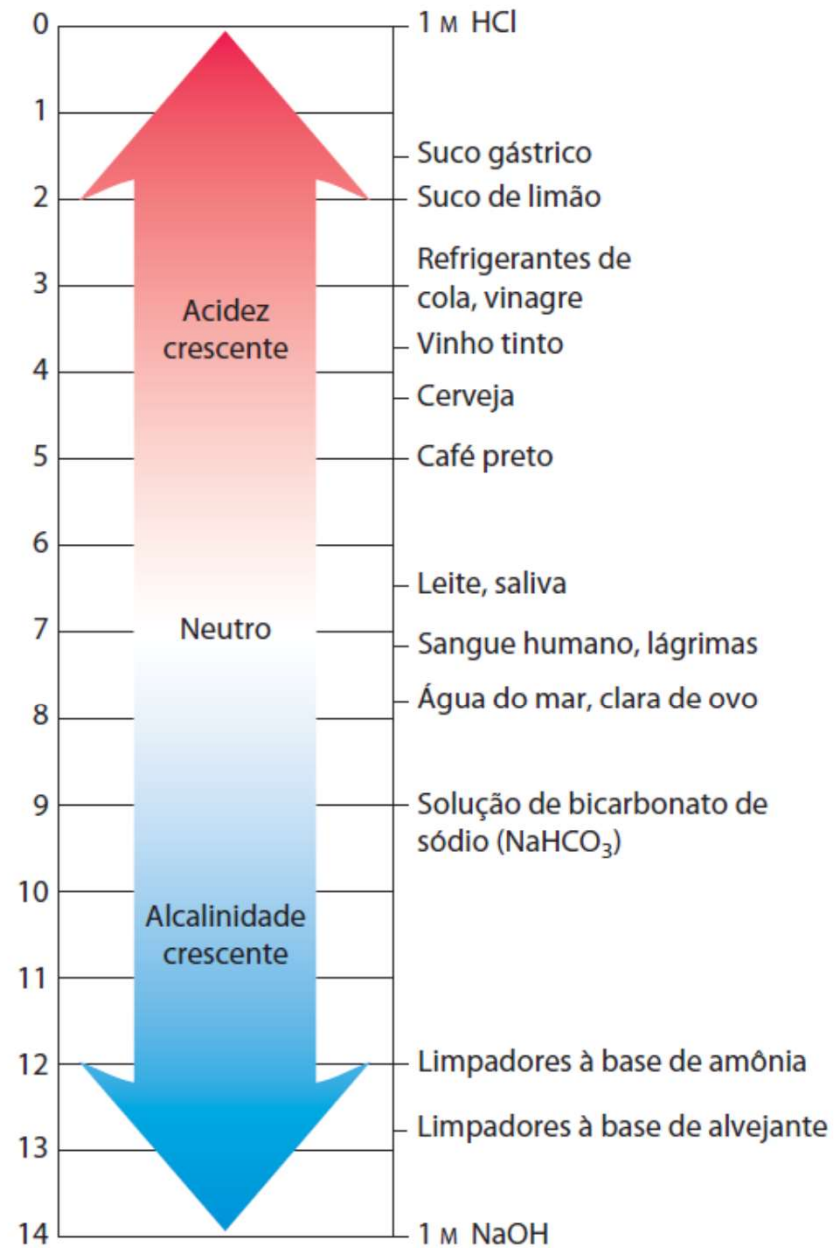
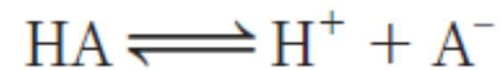
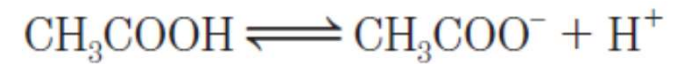
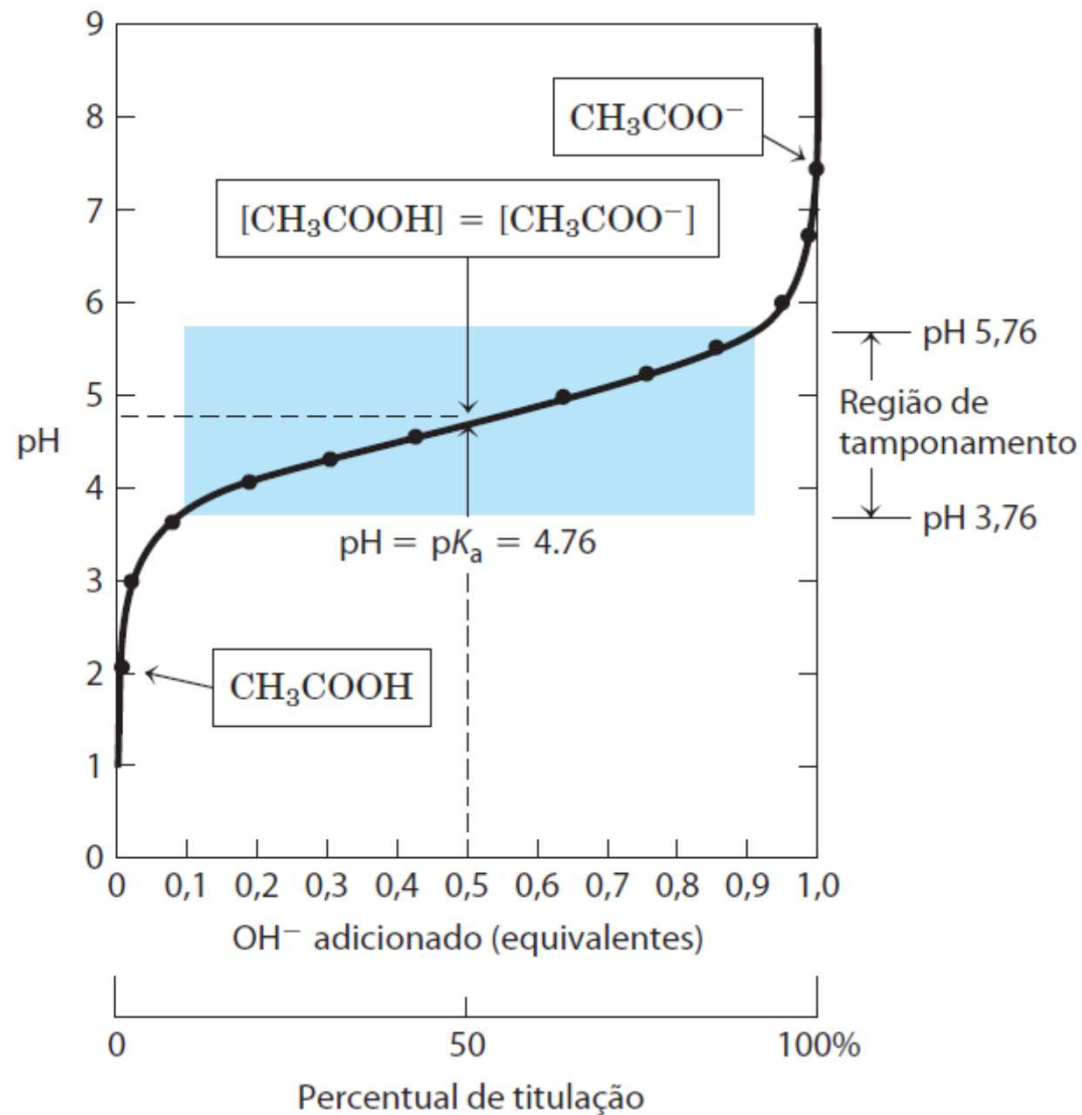


FIGURA 2-15 O pH de alguns fluidos aquosos.

Ácidos e bases fracas têm constantes de dissociação ácidas características



$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = K_a$$

$$\text{pK}_a = \log \frac{1}{K_a} = -\log K_a$$

Biomoléculas e a solubilidade em água

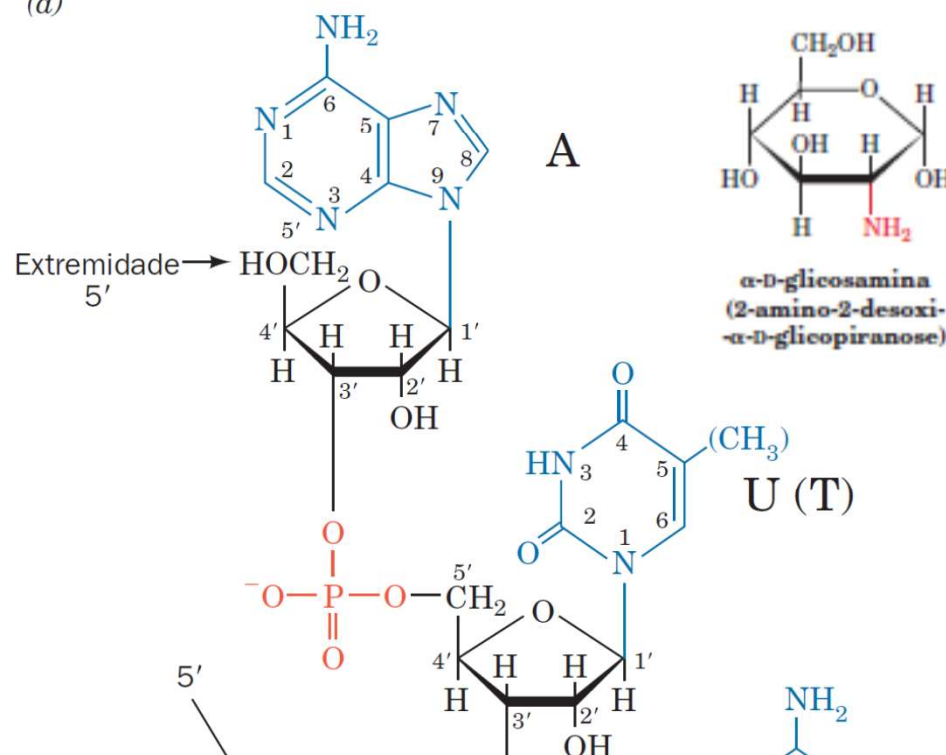
Solúveis

Aminoácidos - Proteínas

Nucleotídeos - DNA

Açúcares

(a)



Insolúveis

Lipídeos - Membranas

Gases (oxigênio)

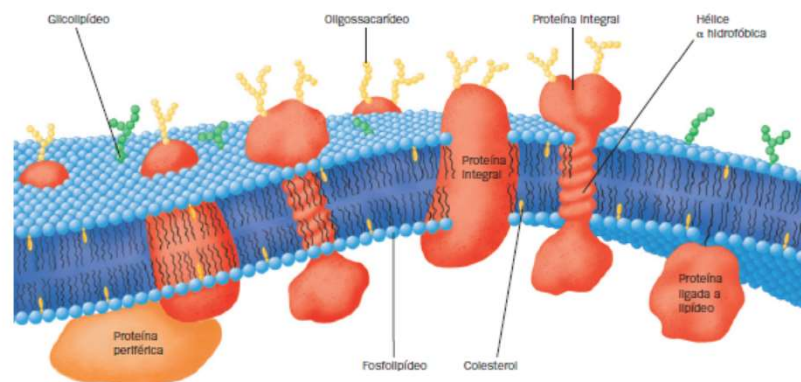
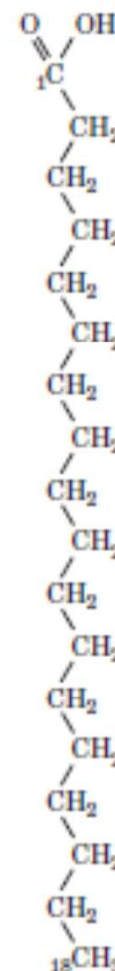
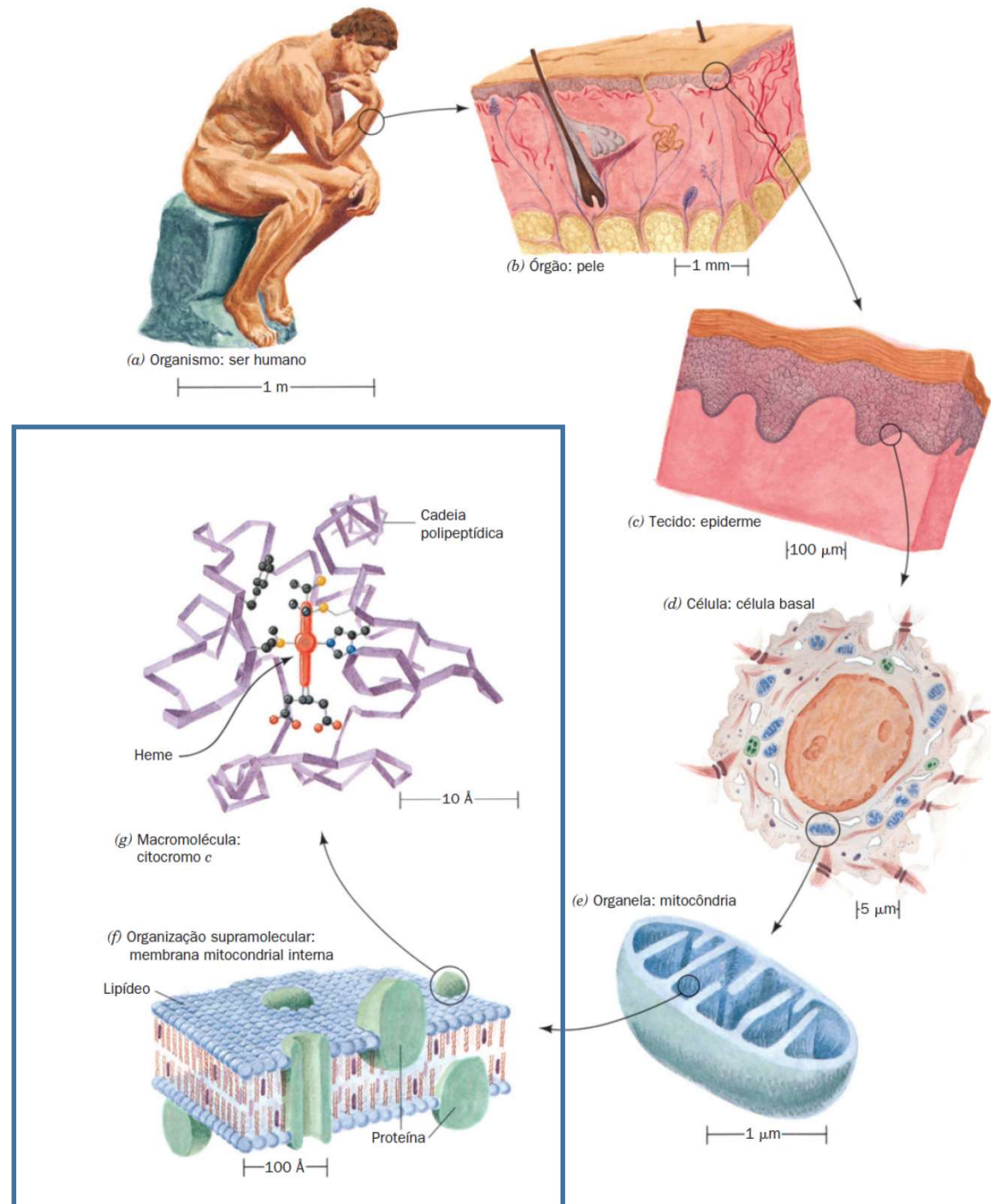
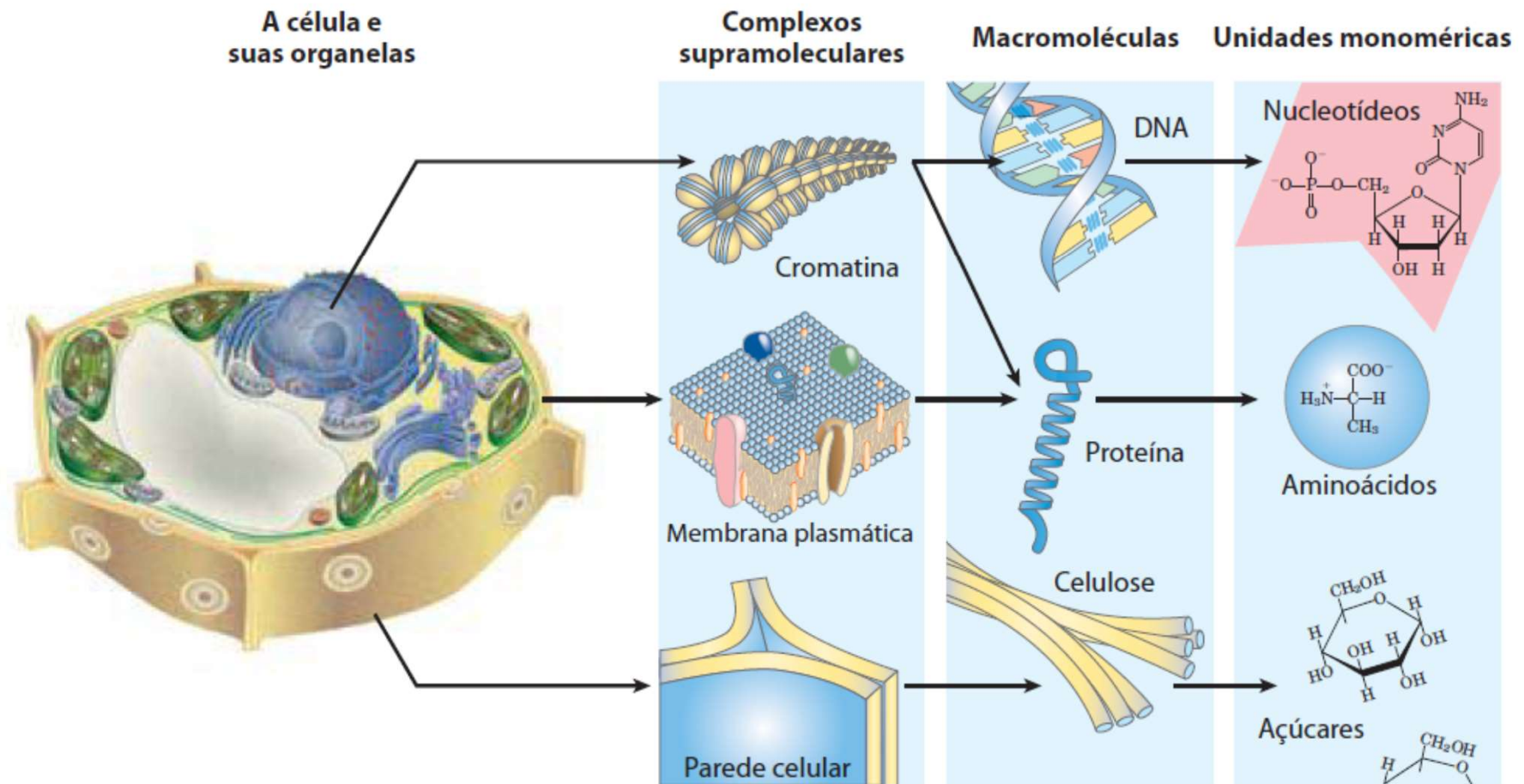


FIGURA 12.20 Diagrama da membrana plasmática. As proteínas integrais (em cor de laranja) estão inseridas em uma bicamada

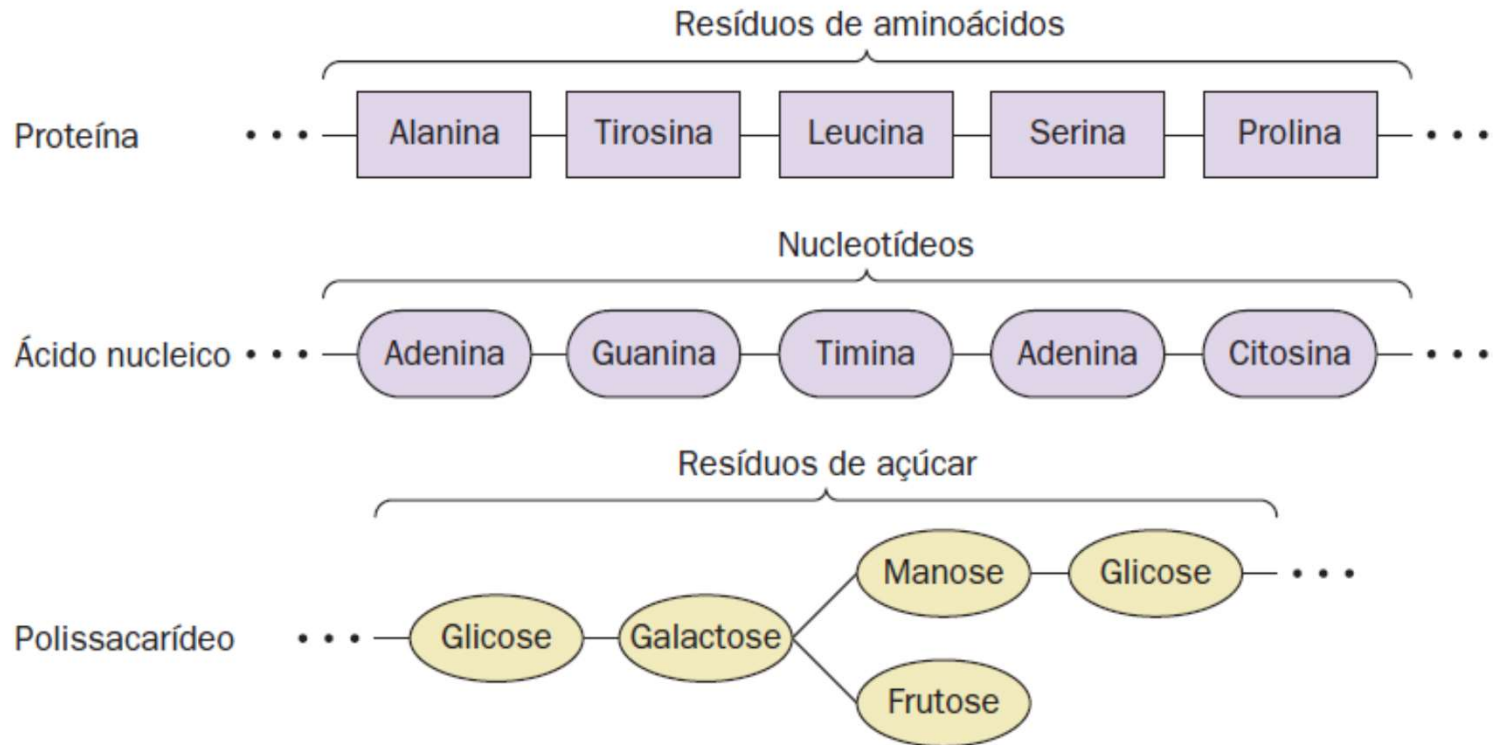
A estrutura hierárquica dos seres humanos



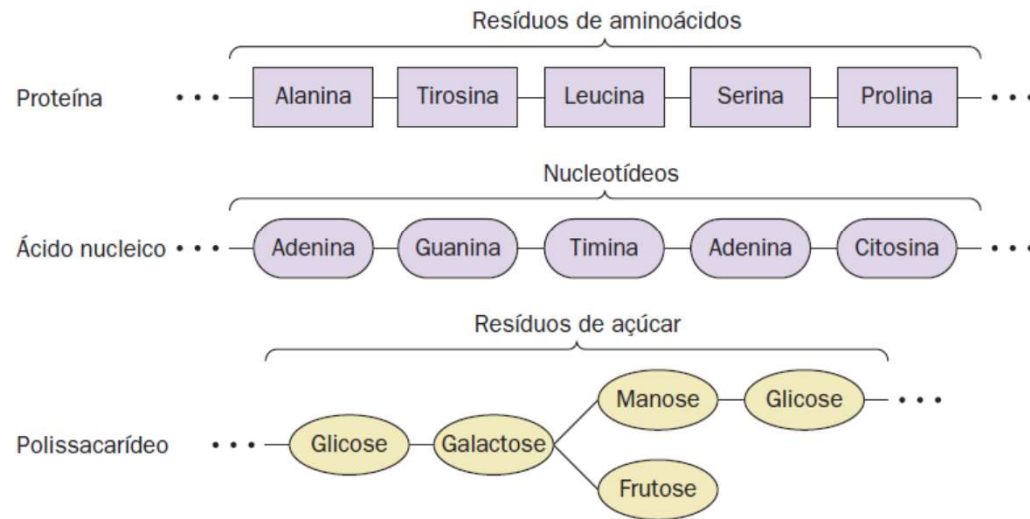
Biomoléculas



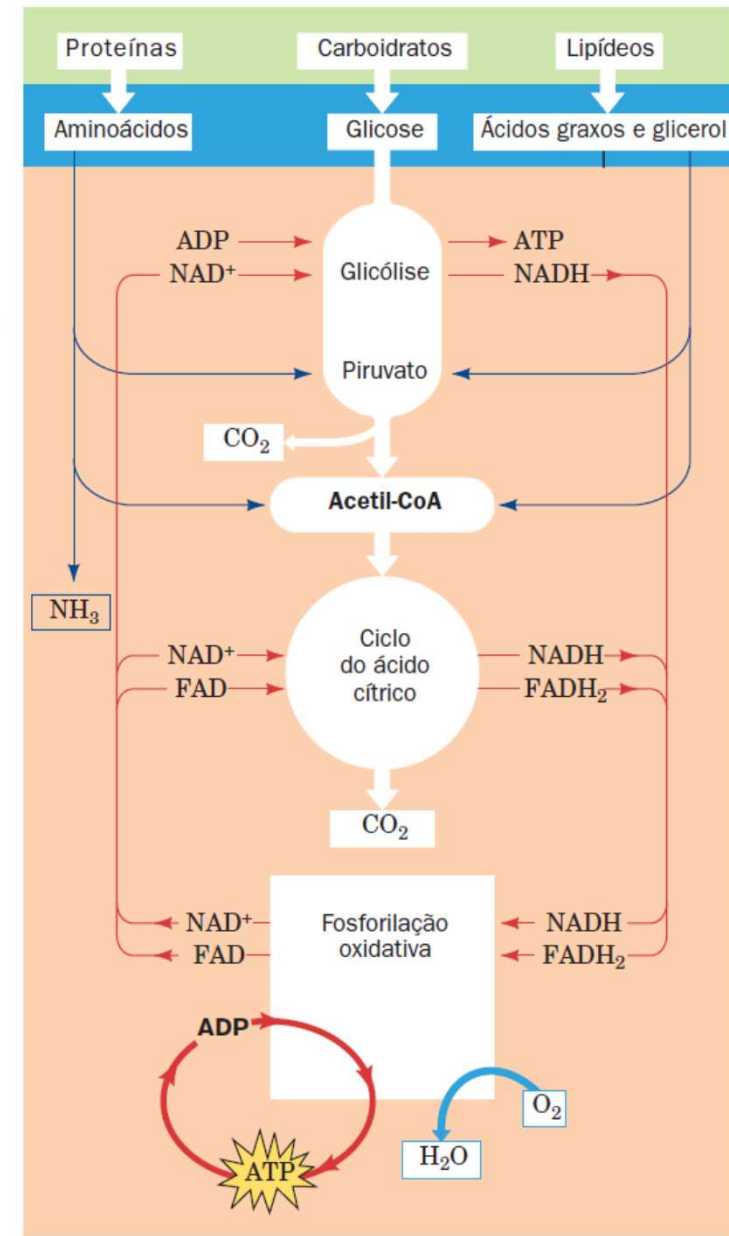
A estrutura polimérica das Biomoléculas



Estrutura e função das Biomoléculas



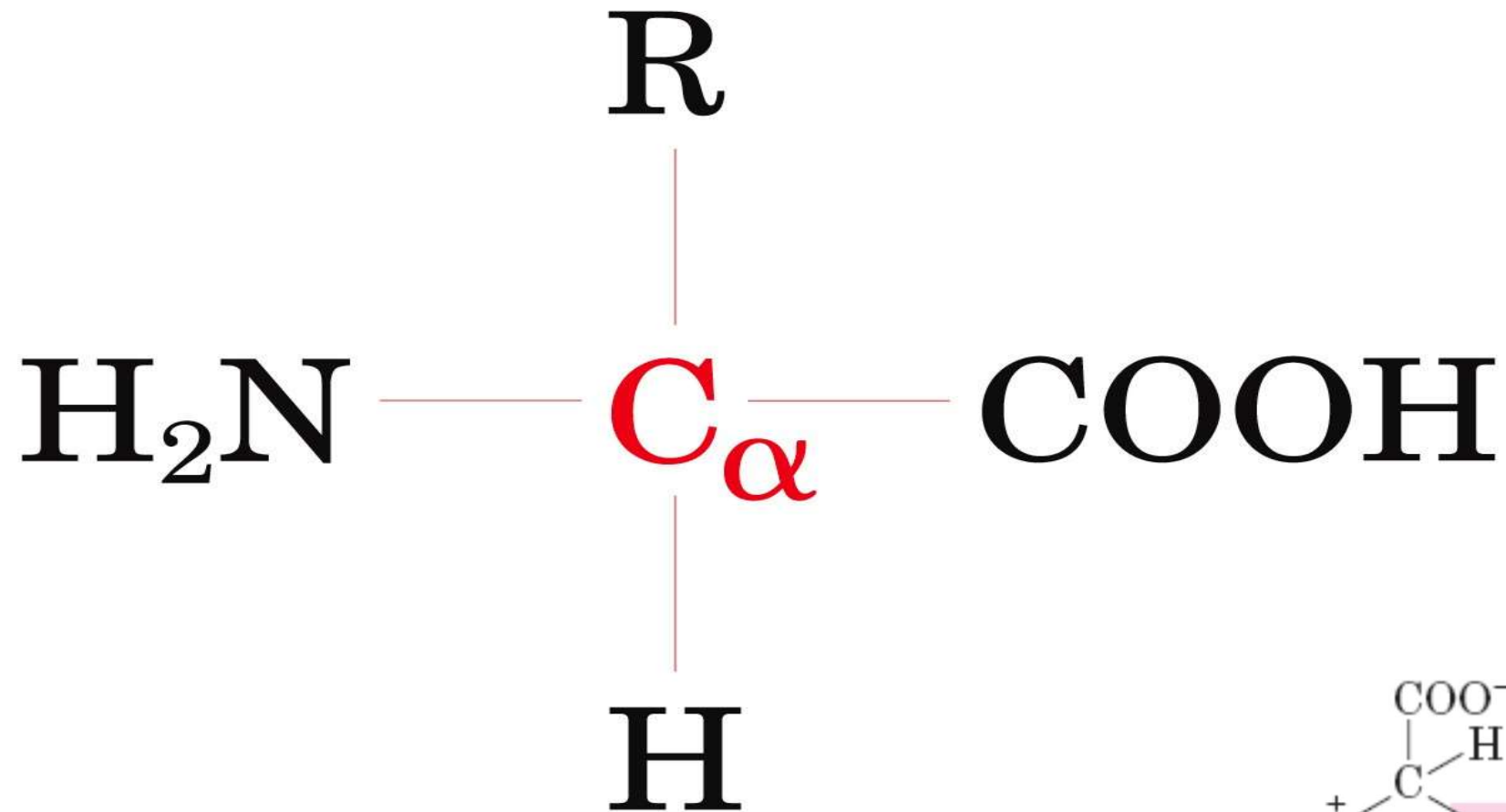
Como as biomoléculas participam no metabolismo?



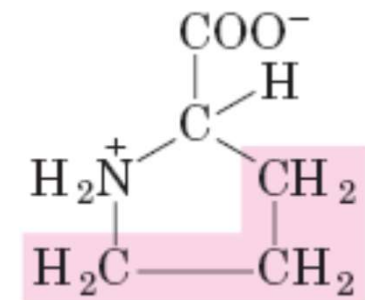
Aminoácidos

Proteínas são polímeros de aminoácidos

Estrutura Geral dos α -aminoácidos.



Existem 20 grupos R diferentes que forma todas as proteínas!



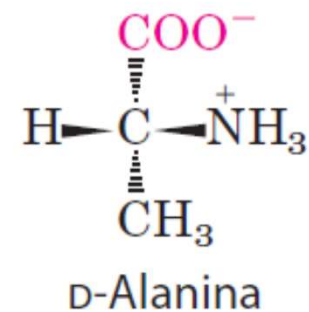
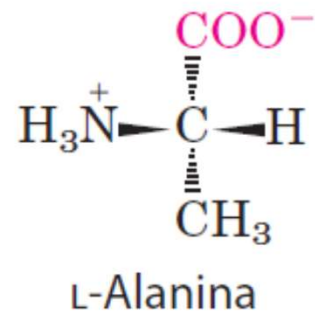
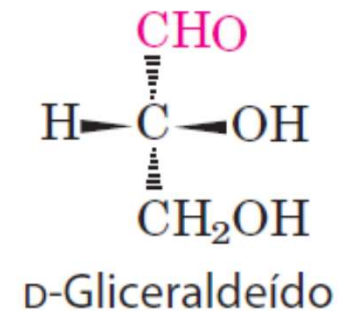
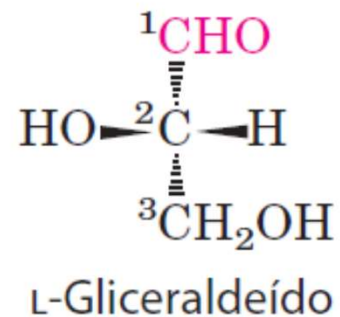
Proline²⁵

<i>Amino acid</i>	<i>Abbreviation, symbol</i>
Nonpolar, aliphatic	
R groups	
Glycine	Gly G
Alanine	Ala A
Proline	Pro P
Valine	Val V
Leucine	Leu L
Isoleucine	Ile I
Methionine	Met M
Aromatic R groups	
Phenylalanine	Phe F
Tyrosine	Tyr Y
Tryptophan	Trp W
Polar, uncharged	
R groups	
Serine	Ser S
Threonine	Thr T
Cysteine	Cys C
Asparagine	Asn N
Glutamine	Gln Q
Positively charged	
R groups	
Lysine	Lys K
Histidine	His H
Arginine	Arg R
Negatively charged	
R groups	
Aspartate	Asp D
Glutamate	Glu E

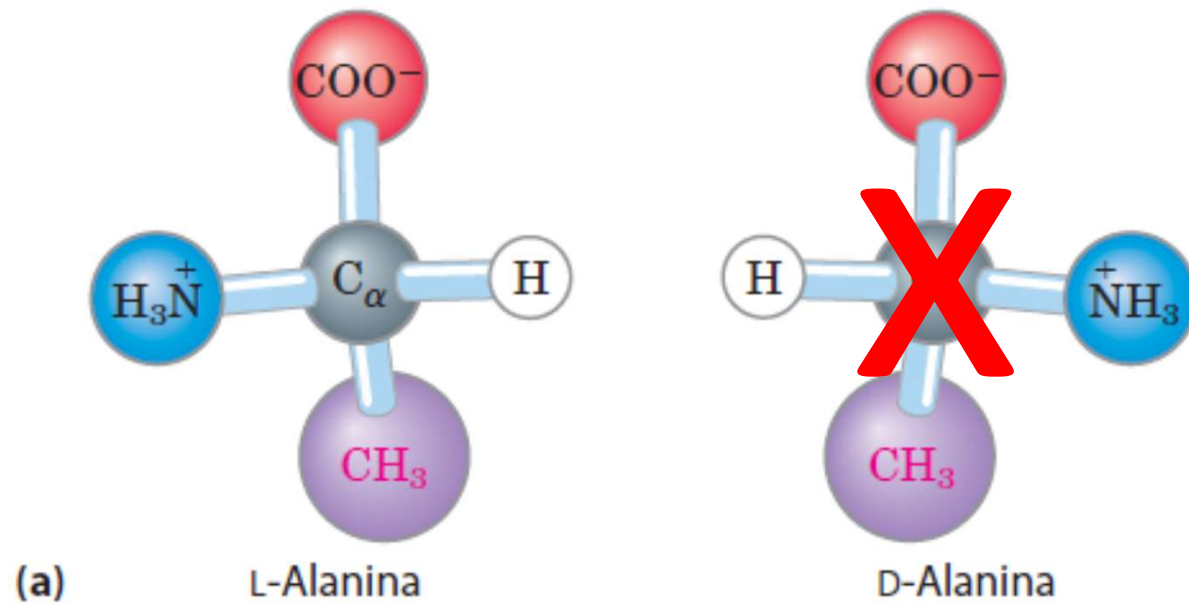
Abreviação por 3 letras ou apenas 1

Nos aminoácidos comuns, (exceto a glicina) o átomo de carbono α é, um **centro quiral**

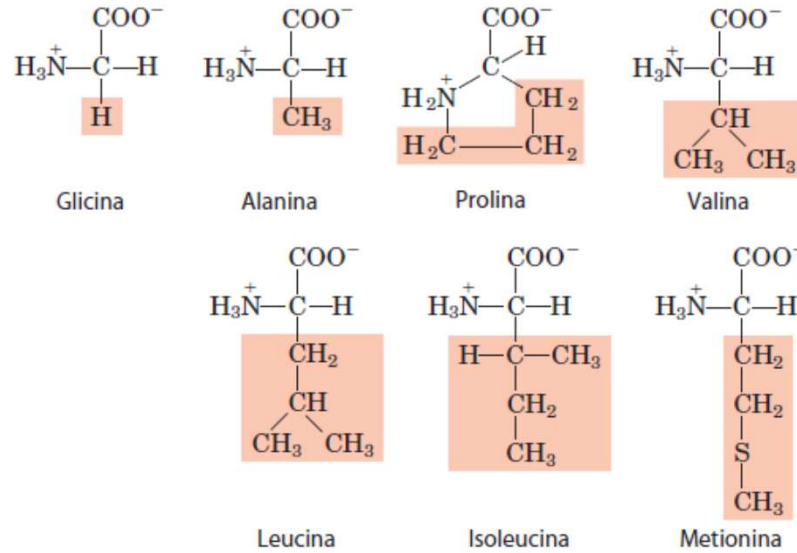
Emil Fischer, 1891 propôs uma convenção com base na configuração absoluta do açúcar de três carbonos gliceraldeído, **sistema D, L**



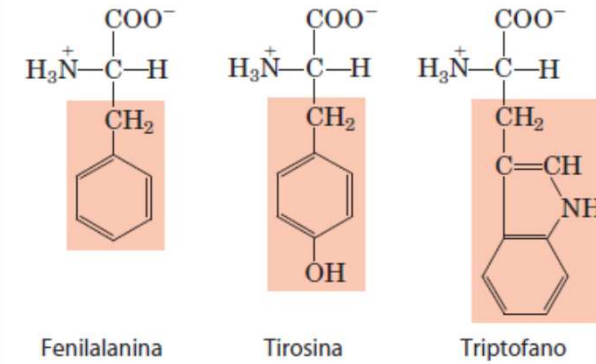
Apenas L-aminoácidos são encontrados nas proteínas



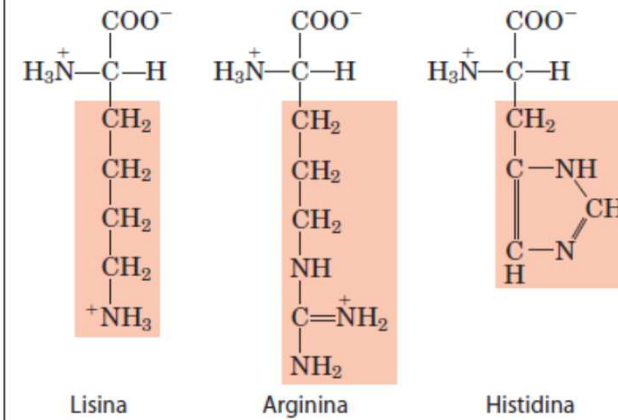
Grupos R apolares, alifáticos



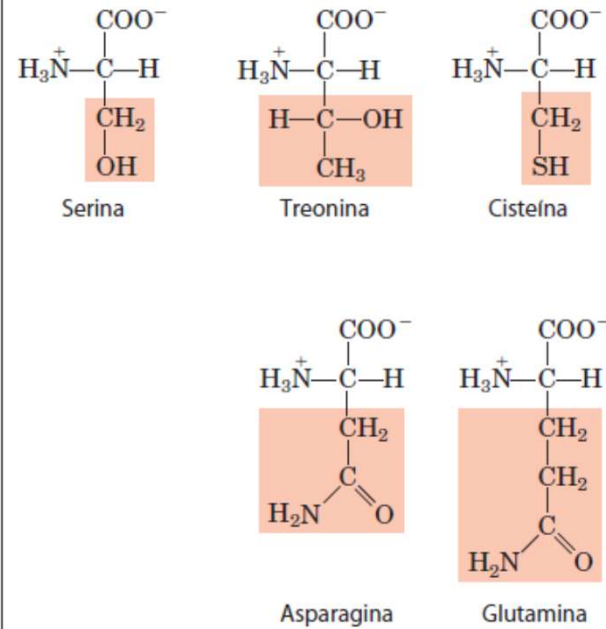
Grupos R aromáticos



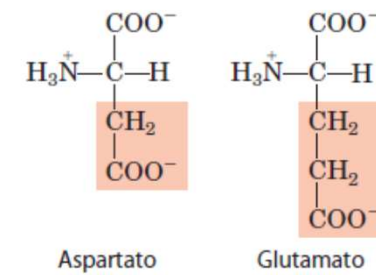
Grupos R carregados positivamente



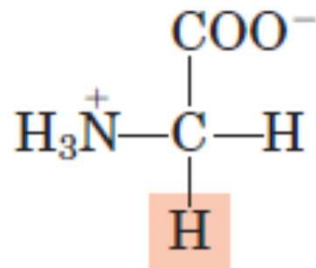
Grupos R polares, não carregados



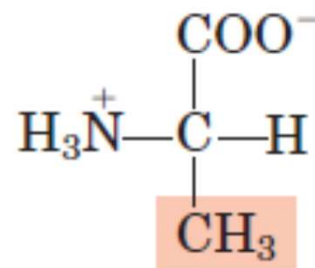
Grupos R carregados negativamente



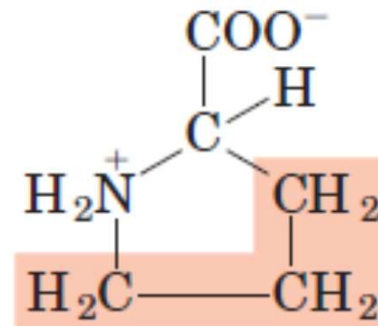
Grupos R apolares, alifáticos



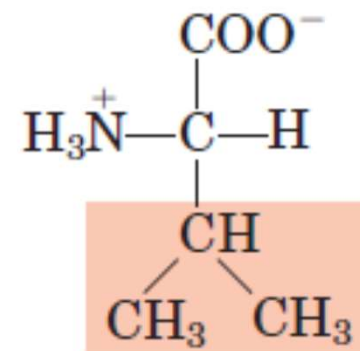
Glicina



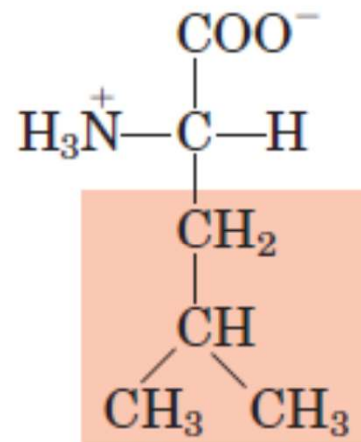
Alanina



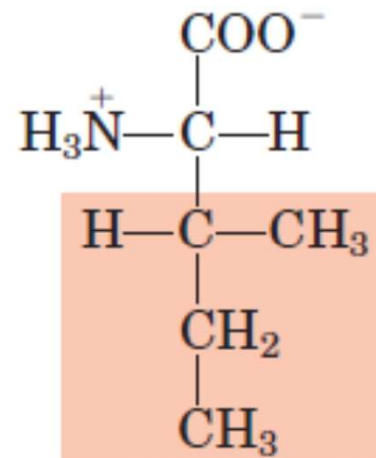
Prolina



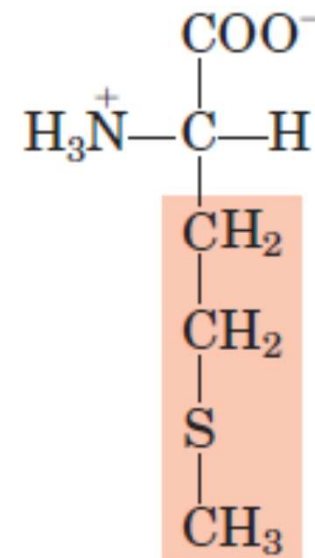
Valina



Leucina

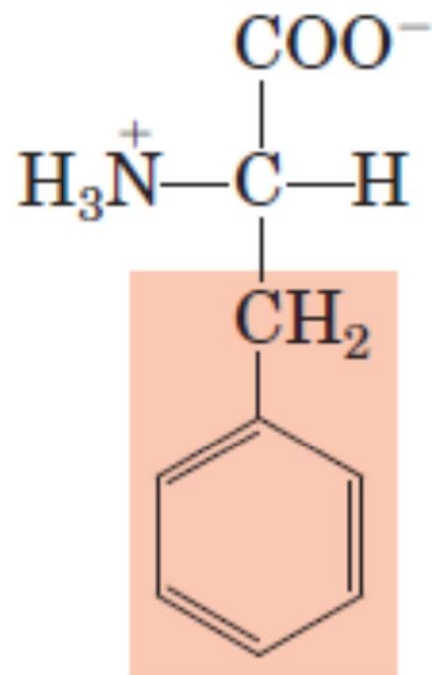


Isoleucina

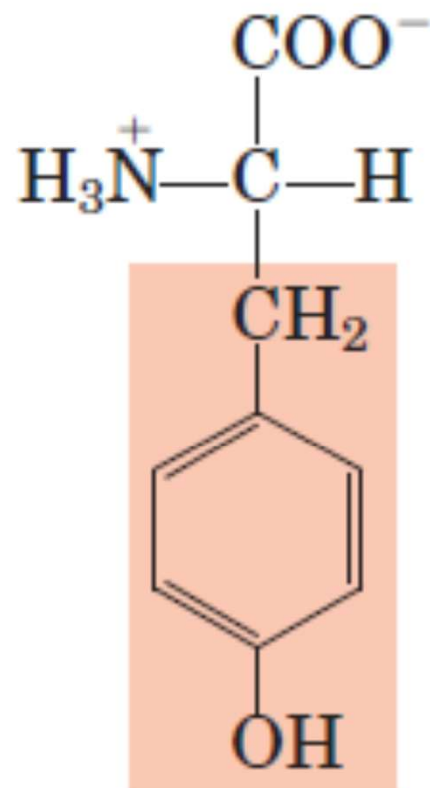


Metionina

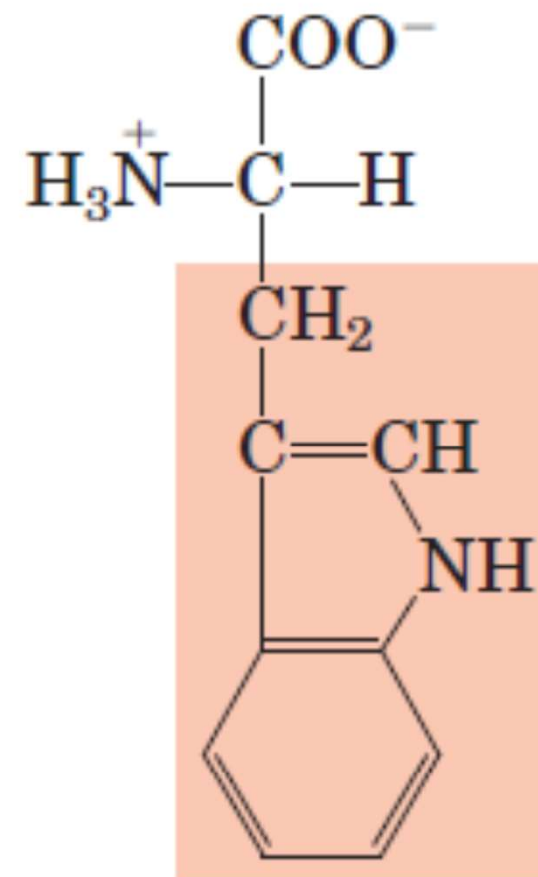
Grupos R aromáticos



Fenilalanina

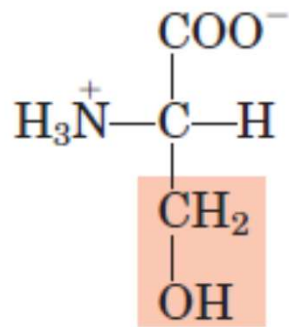


Tirosina

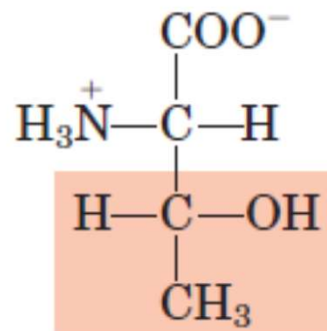


Triptofano

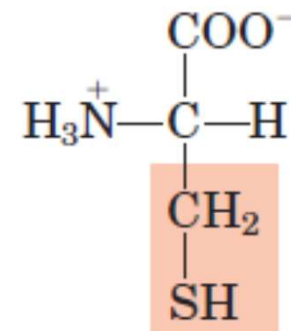
Grupos R polares, não carregados



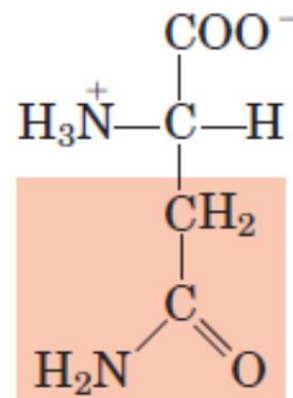
Serina



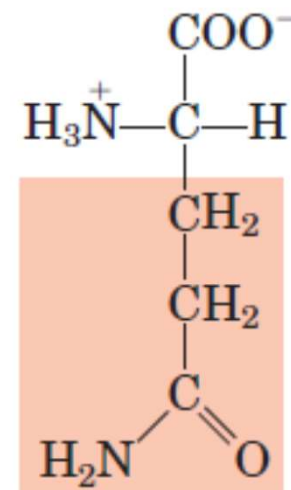
Treonina



Cisteína

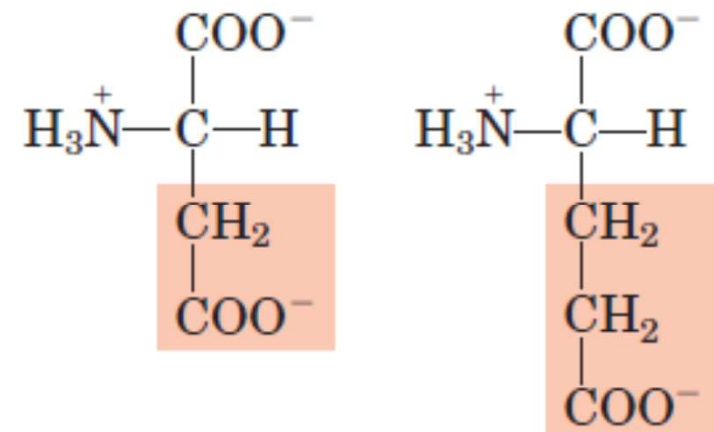


Asparagina



Glutamina

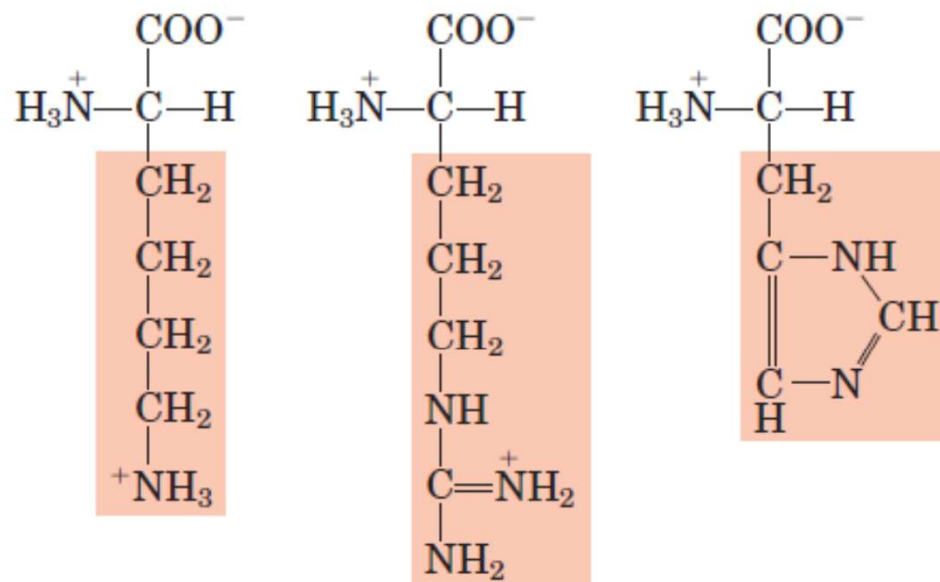
Grupos R carregados negativamente



Aspartato

Glutamato

Grupos R carregados positivamente

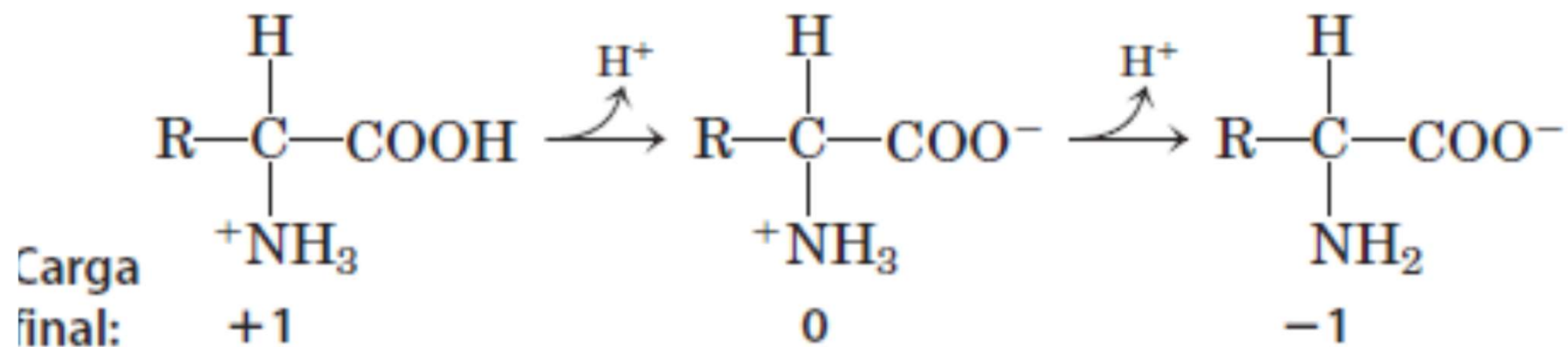


Lisina

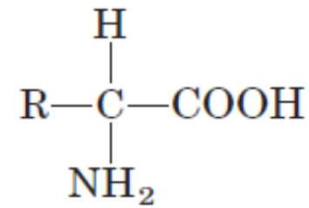
Arginina

Histidina

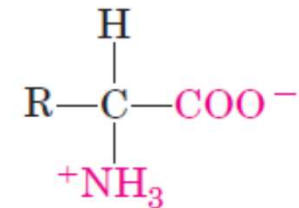
Ionização dos aminoácidos



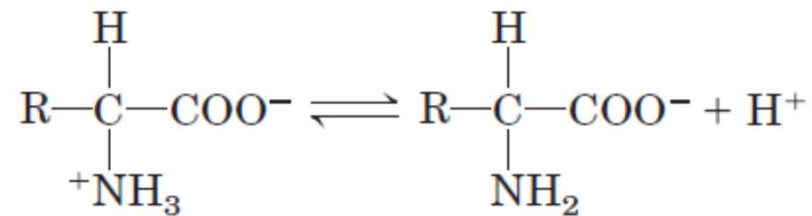
Forma Zwitteriônica



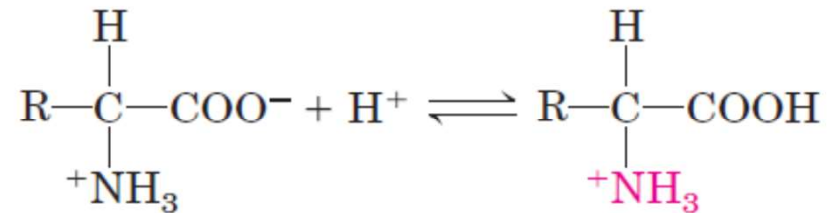
Forma não iônica



Forma zwitteriônica



Zwitterión
como ácido

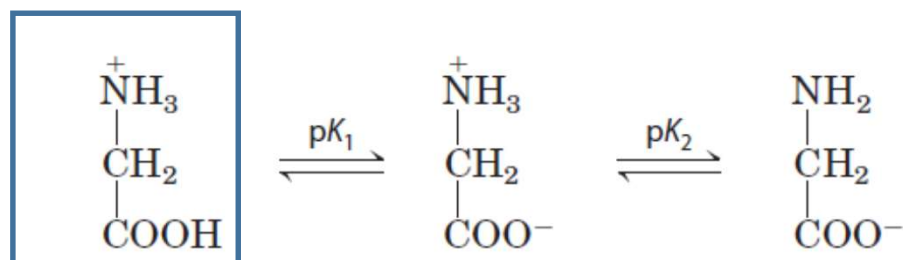


Zwitterión
como base

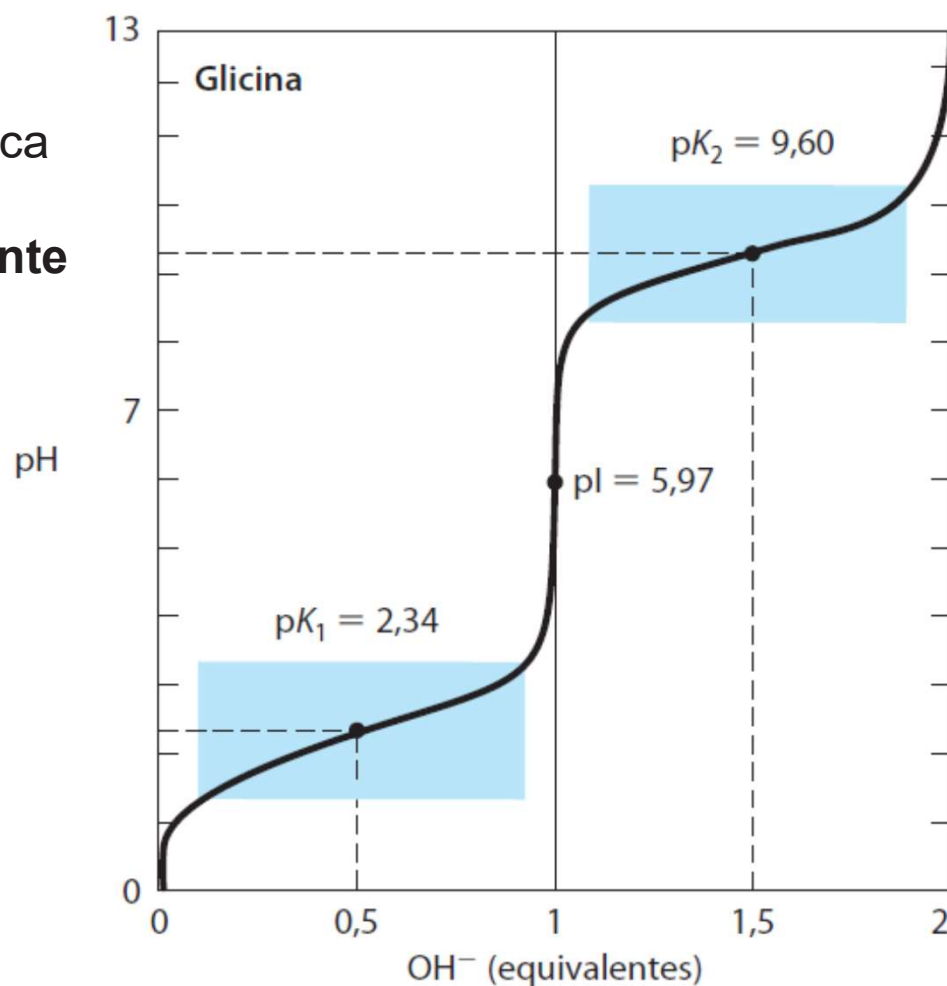
FIGURA 3-9 Formas não iônicas e zwitteriônicas de aminoácidos. A forma não iônica não ocorre em quantidades significativas em soluções aquosas. O zwitterión predomina em pH neutro. Um zwitterión pode atuar tanto como ácido (doador de prótons) quanto como base (aceptor de prótons).

Curva de titulação dos aminoácidos

A titulação ácido-base envolve a adição ou remoção gradual de prótons



Em pH muito baixo, a espécie iônica predominante de glicina é **a forma completamente protonada,**

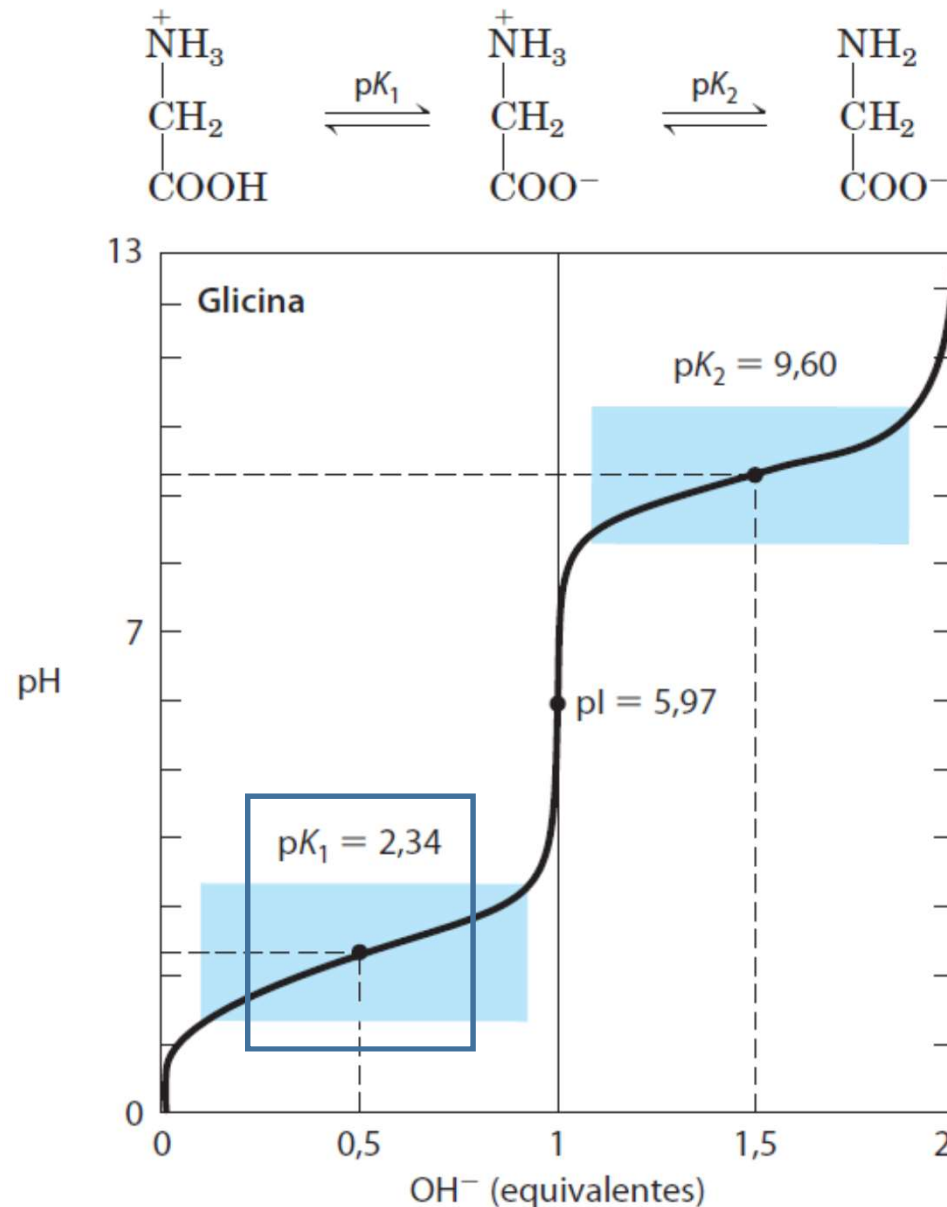


Curva de titulação dos aminoácidos

No primeiro estágio da titulação, o grupo -COOH da glicina perde seu próton.

No ponto médio desse estágio, estão presentes concentrações equimolares de espécies doadoras ($\text{}^1\text{H}_3\text{N-CH}_2\text{-COOH}$) eceptoras ($\text{}^1\text{H}_3\text{N-CH}_2\text{-COO}^-$) de prótons.

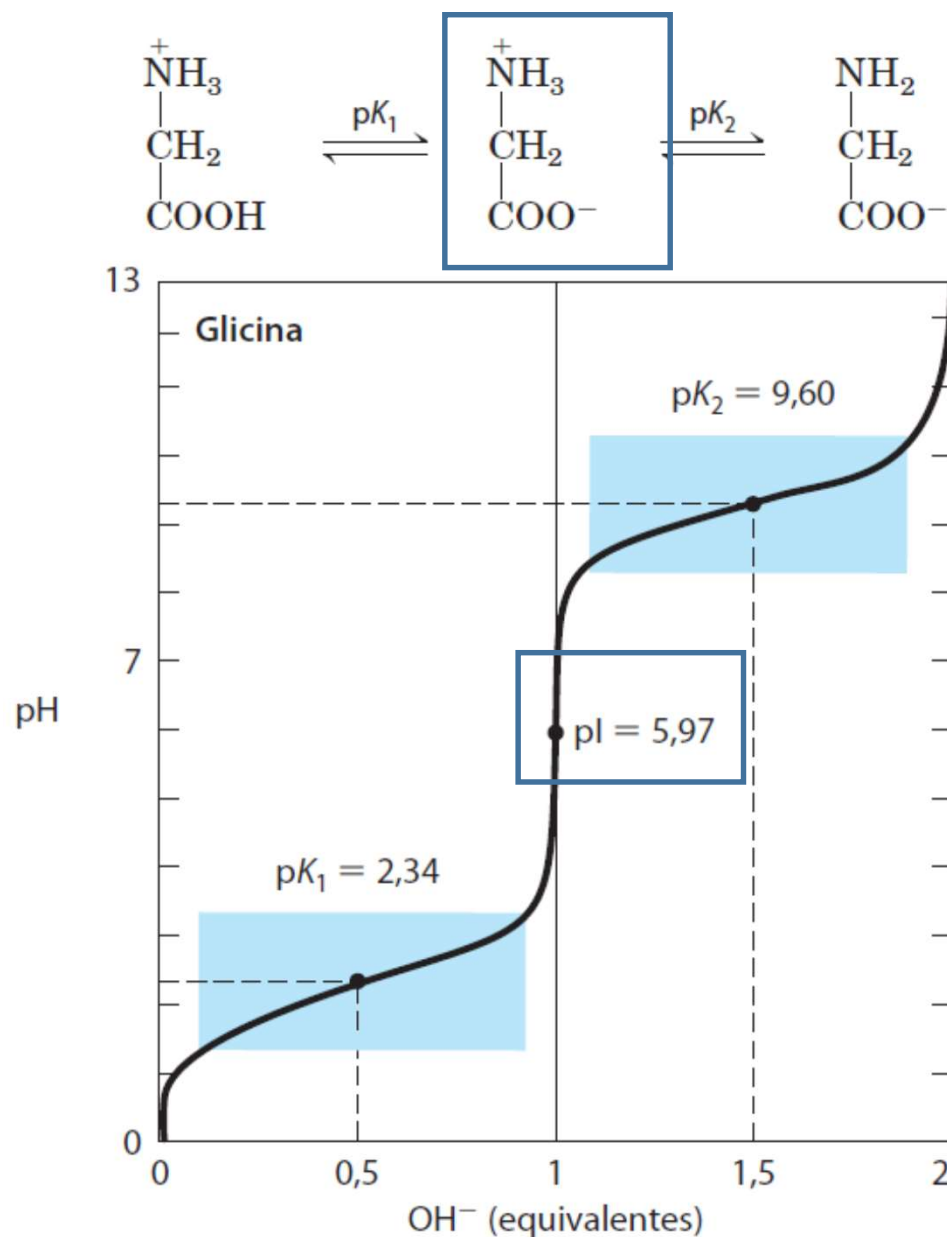
Neste ponto médio o pH é igual ao pK_a do grupo -COOH (pK_a (marcado pK_1) de 2,34



Curva de titulação dos aminoácidos

No pH 5,97 a remoção do primeiro próton está completa e a remoção do segundo apenas começou.

Nesse pH, a glicina está presente em grande parte como o íon bipolar (zwitteríon)

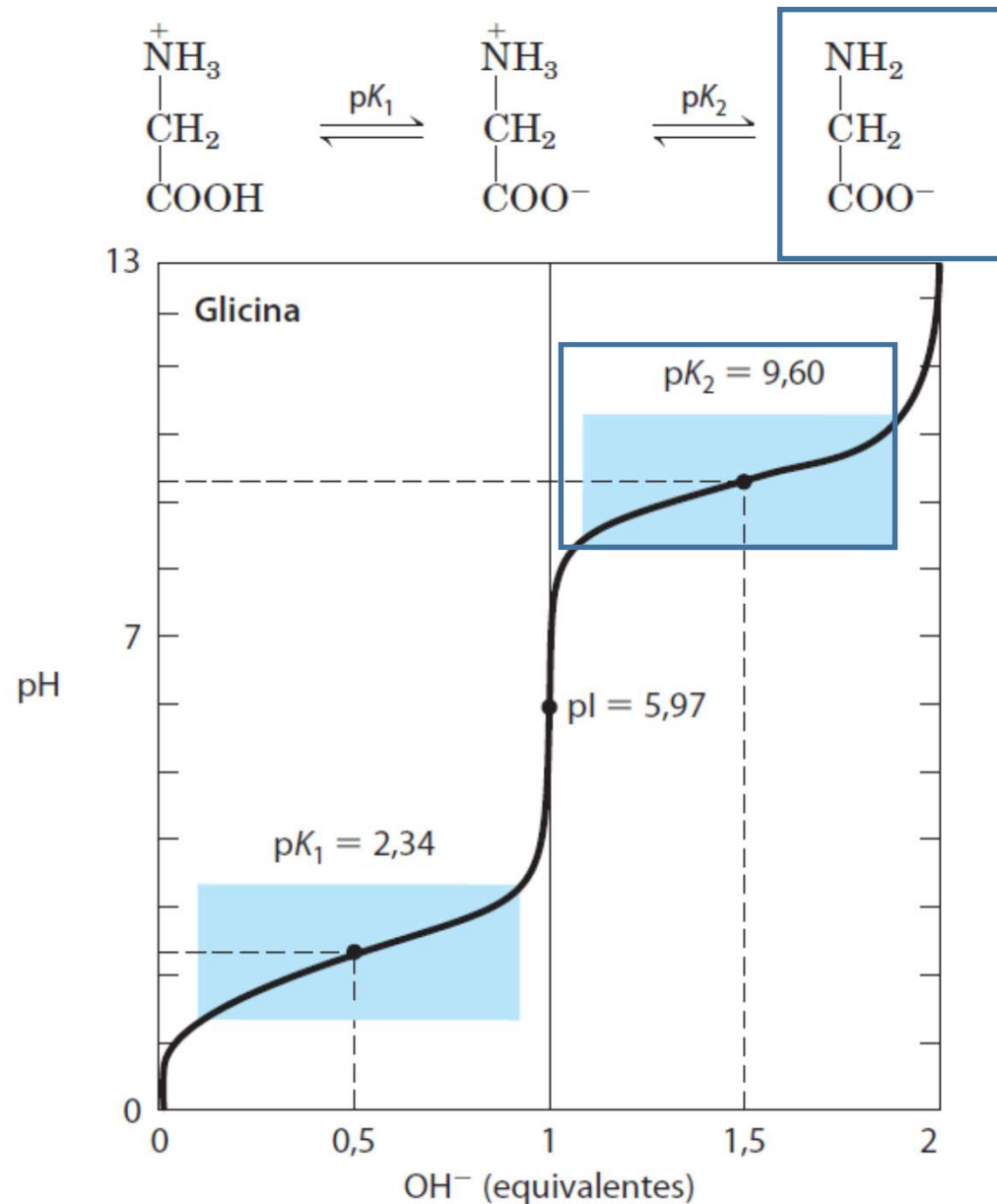


Curva de titulação dos aminoácidos

O segundo estágio da titulação corresponde à remoção de um próton do grupo NH_3^+ da glicina.

O pH no ponto médio dessa fase é 9,60, igual ao pK_a (marcado pK_2) para o grupo NH_3^+ .

A titulação está completa em um pH de cerca de 12, no ponto em que a forma predominante de glicina é $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$.



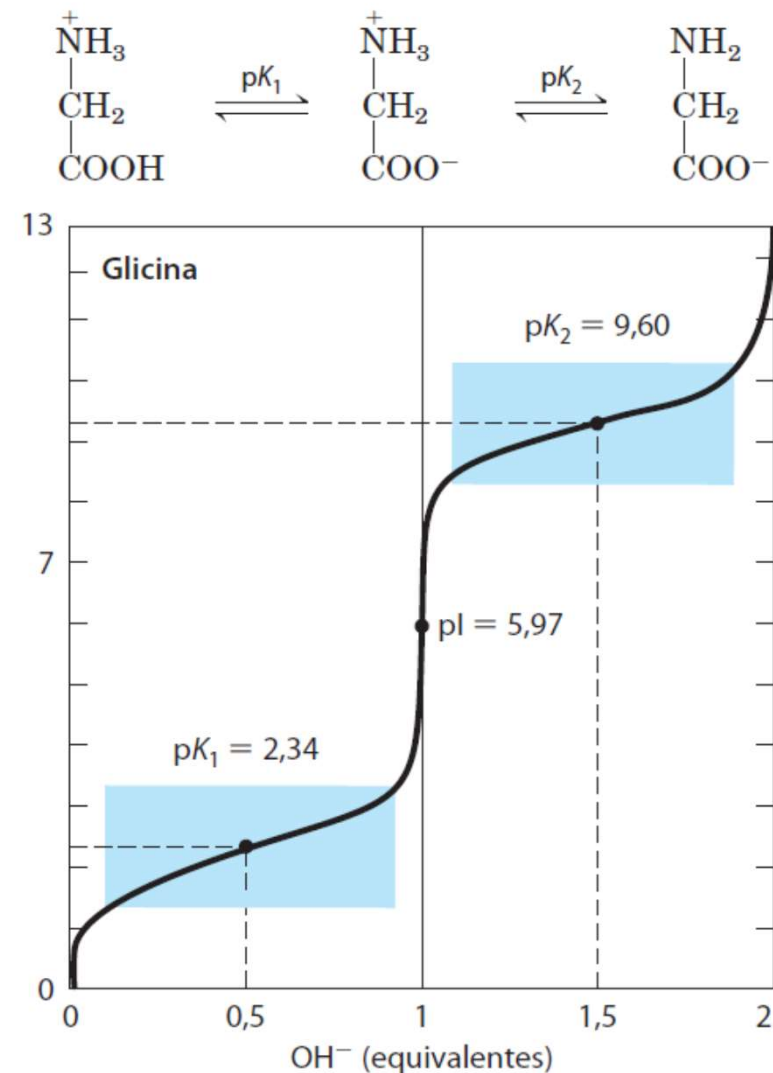
Ponto isoelétrico

No pH de 5,97, a glicina está presente predominantemente em sua forma bipolar, totalmente ionizada, mas sem carga elétrica final.

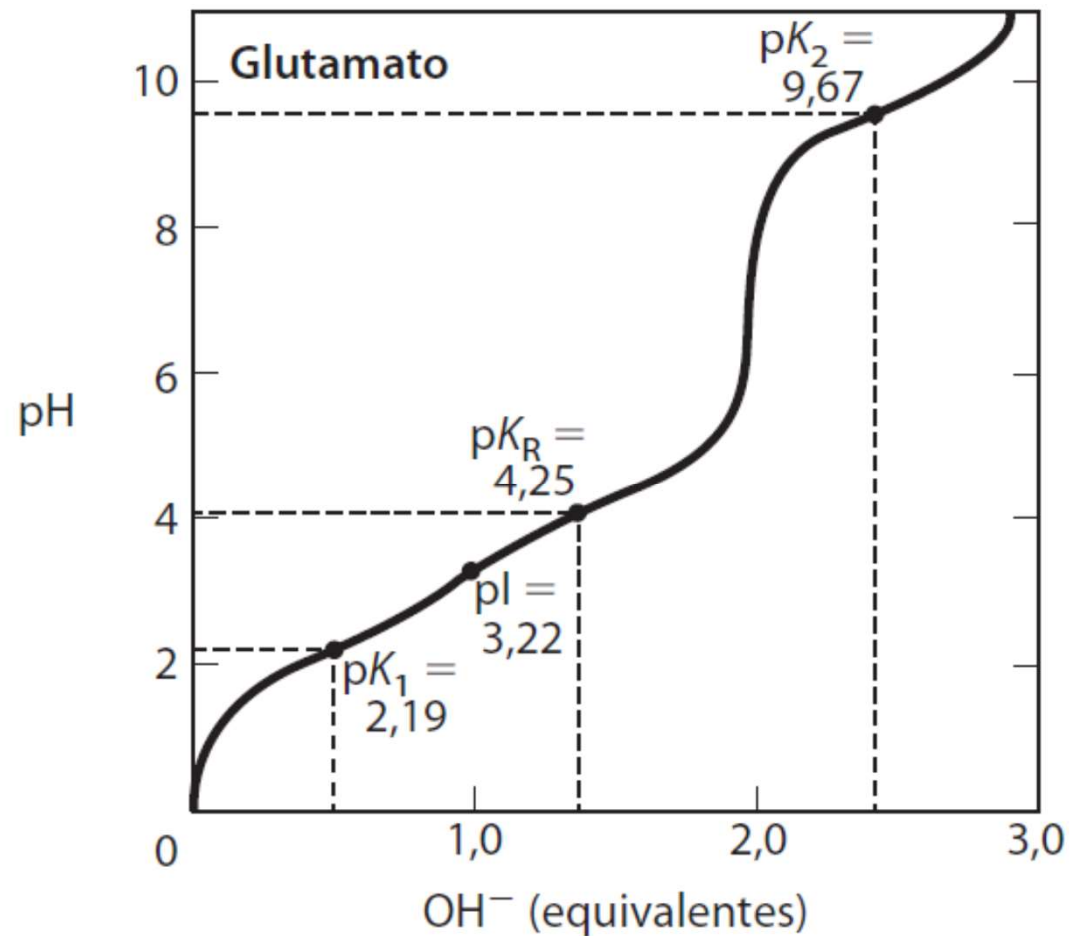
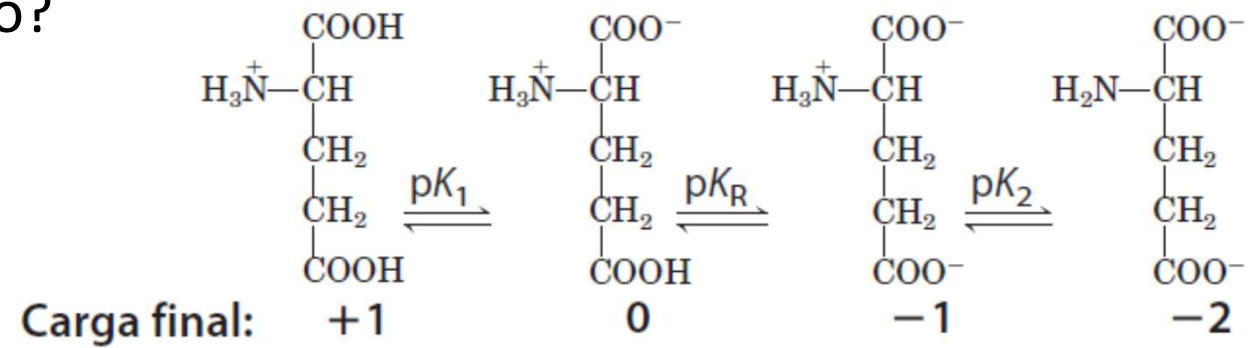
O pH característico no qual a carga elétrica final é zero é chamado de **ponto isoelétrico** ou **pH isoelétrico**, designado por **pI**.

O ponto isoelétrico da glicina é simplesmente a média aritmética dos dois valores de pK_a :

$$pI = \frac{1}{2}(pK_1 + pK_2) = \frac{1}{2}(2,34 + 9,60) = 5,97$$



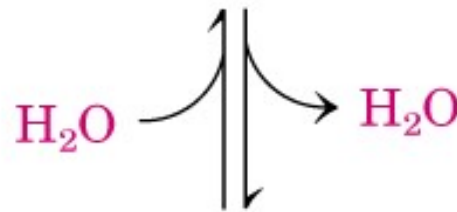
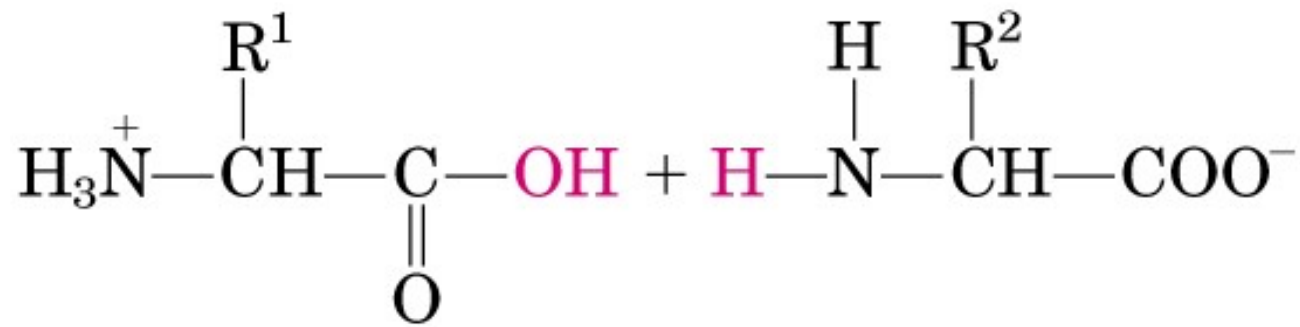
E para o glutamato?



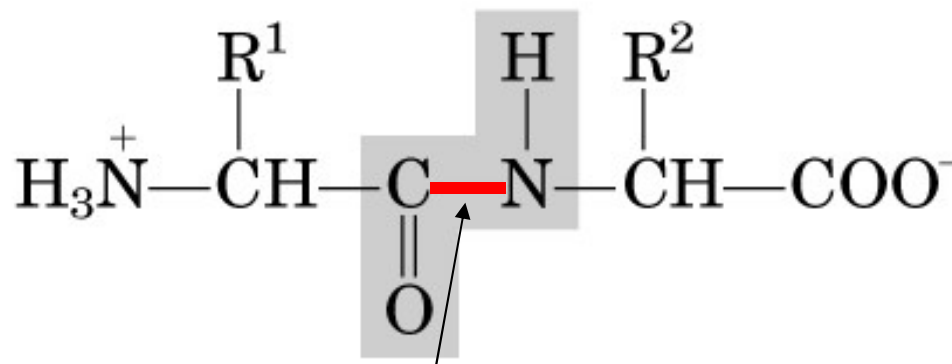
(a)

Aminoácido	Abreviação/ símbolo	M_r^*	Valores de pK_a			pI	Índice de hidropatia [†]	Ocorrência em proteínas (%) [‡]
			pK_1 (—COOH)	pK_2 (—NH ₃ ⁺)	pK_R (grupo R)			
Grupos R alifáticos, apolares								
Glicina	Gly G	75	2,34	9,60		5,97	−0,4	7,2
Alanina	Ala A	89	2,34	9,69		6,01	1,8	7,8
Prolina	Pro P	115	1,99	10,96		6,48	−1,6	5,2
Valina	Val V	117	2,32	9,62		5,97	4,2	6,6
Leucina	Leu L	131	2,36	9,60		5,98	3,8	9,1
Isoleucina	Ile I	131	2,36	9,68		6,02	4,5	5,3
Metionina	Met M	149	2,28	9,21		5,74	1,9	2,3
Grupos R aromáticos								
Fenilalanina	Phe F	165	1,83	9,13		5,48	2,8	3,9
Tirosina	Tyr Y	181	2,20	9,11	10,07	5,66	−1,3	3,2
Triptofano	Trp W	204	2,38	9,39		5,89	−0,9	1,4
Grupos R polares, não carregados								
Serina	Ser S	105	2,21	9,15		5,68	−0,8	6,8
Treonina	Thr T	119	2,11	9,62		5,87	−0,7	5,9
Cisteína [†]	Cys C	121	1,96	10,28	8,18	5,07	2,5	1,9
Asparagina	Asn N	132	2,02	8,80		5,41	−3,5	4,3
Glutamina	Gln Q	146	2,17	9,13		5,65	−3,5	4,2
Grupos R carregados positivamente								
Lisina	Lys K	146	2,18	8,95	10,53	9,74	−3,9	5,9
Histidina	His H	155	1,82	9,17	6,00	7,59	−3,2	2,3
Arginina	Arg R	174	2,17	9,04	12,48	10,76	−4,5	5,1
Grupos R carregados negativamente								
Aspartato	Asp D	133	1,88	9,60	3,65	2,77	−3,5	5,3
Glutamato	Glu E	147	2,19	9,67	4,25	3,22	−3,5	6,3

Como os aminoácidos se unem para formar as proteínas?



Polímeros de aminoácidos:
os peptídios e as proteínas

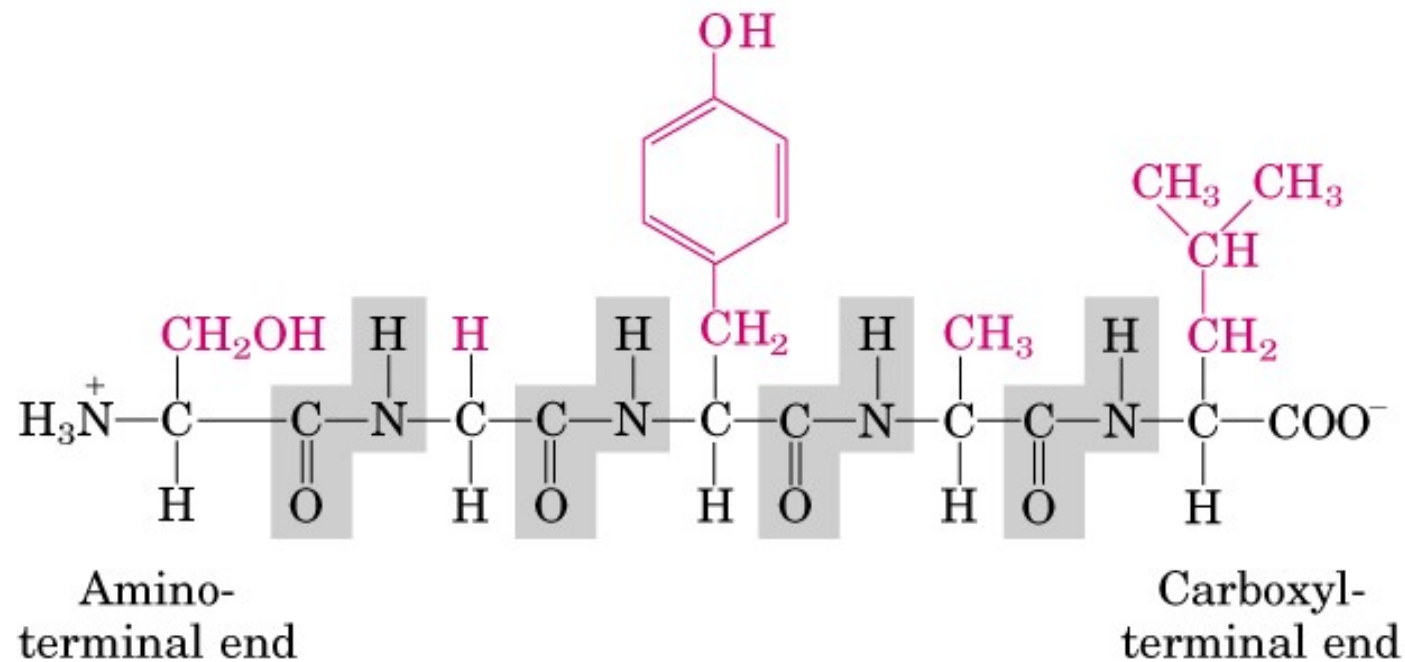


Ligação peptídica:
formada pela
desidratação

Ligação Peptídica
(Emil Fischer & Franz Hofmeister 1902)

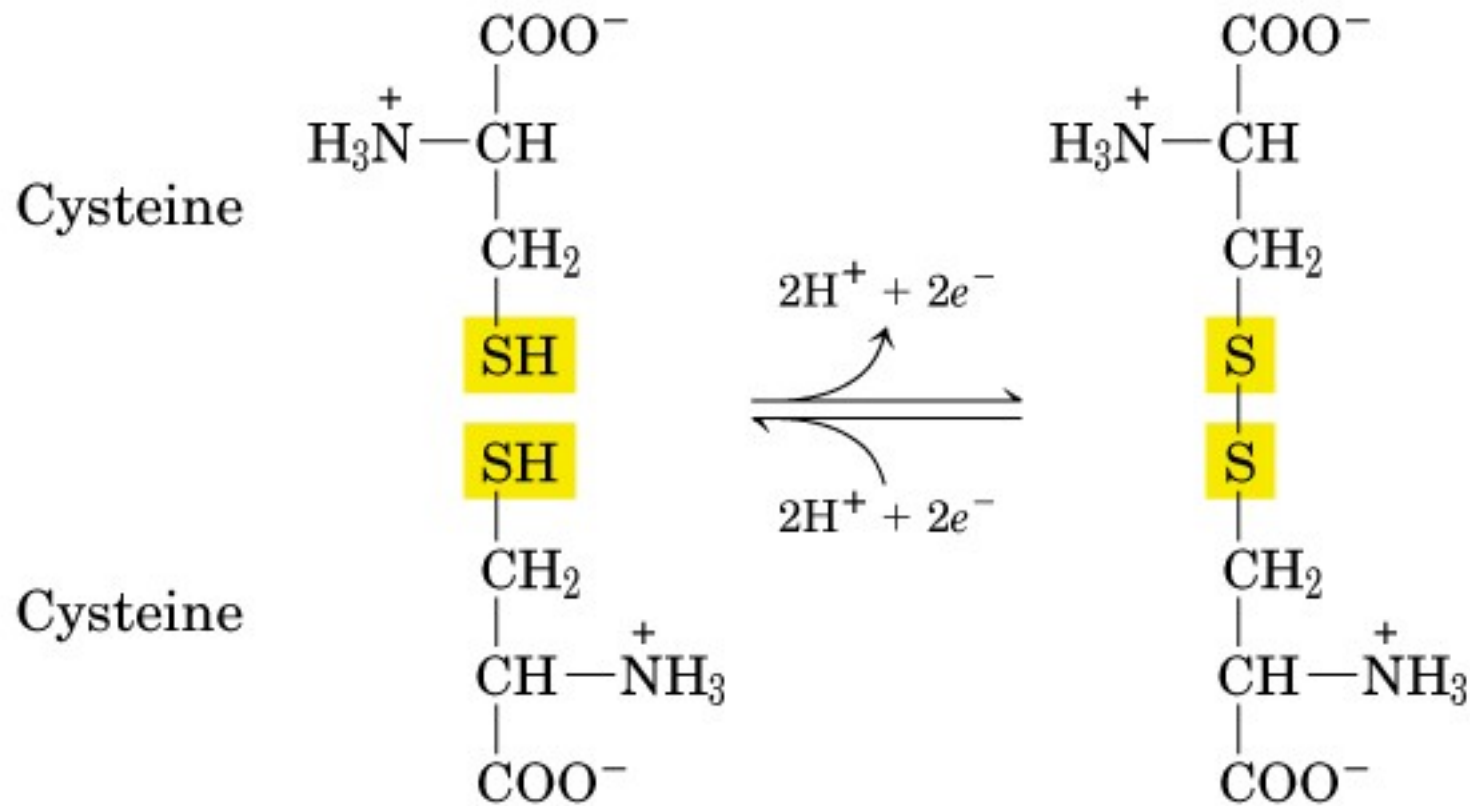
A ligação peptídica é a
ligação **covalente** mais
importante que
une os aminoácidos para
formar os peptídios

Peptídeos são nomeados começando pelo resíduo N-terminal, que é colocado a esquerda



Pentapeptídeo Ser-Gly-Tyr-Ala-Leu ou SGYAL.

Outro tipo de ligação covalente que ocorre é a **ligação (ponte) dissulfeto**



Exercícios

- 1) Explique porque o etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) é mais solúvel em água que o etano (CH_3CH_3).
- 2) Liste e explique as interações fracas essenciais para biomoléculas.
- 3) Escolha um aminoácido básico e um aminoácido ácidos e desenhe-os. Nomeie os aminoácidos desenhados utilizando as nomenclaturas de uma e de três letras.
- 4) Qual a forma predominante da valina em pH 7? Dados $\text{pK}_1 = 2,32$ e $\text{pK}_2 = 9,62$, qual o pI da valina? Como chegou a essa conclusão?
- 5) Desenhe a curva de titulação do aminoácido lisina e calcule seu ponto isoelétrico, sabendo-se que $\text{pK}_1 = 2,18$, $\text{pK}_2 = 8,95$ e $\text{pK}_r = 10,53$. Determine qual é a espécie principal da lisina em pH 9.
- 6) Desenhe o peptídeo GAW, e aponte as ligações peptídicas.