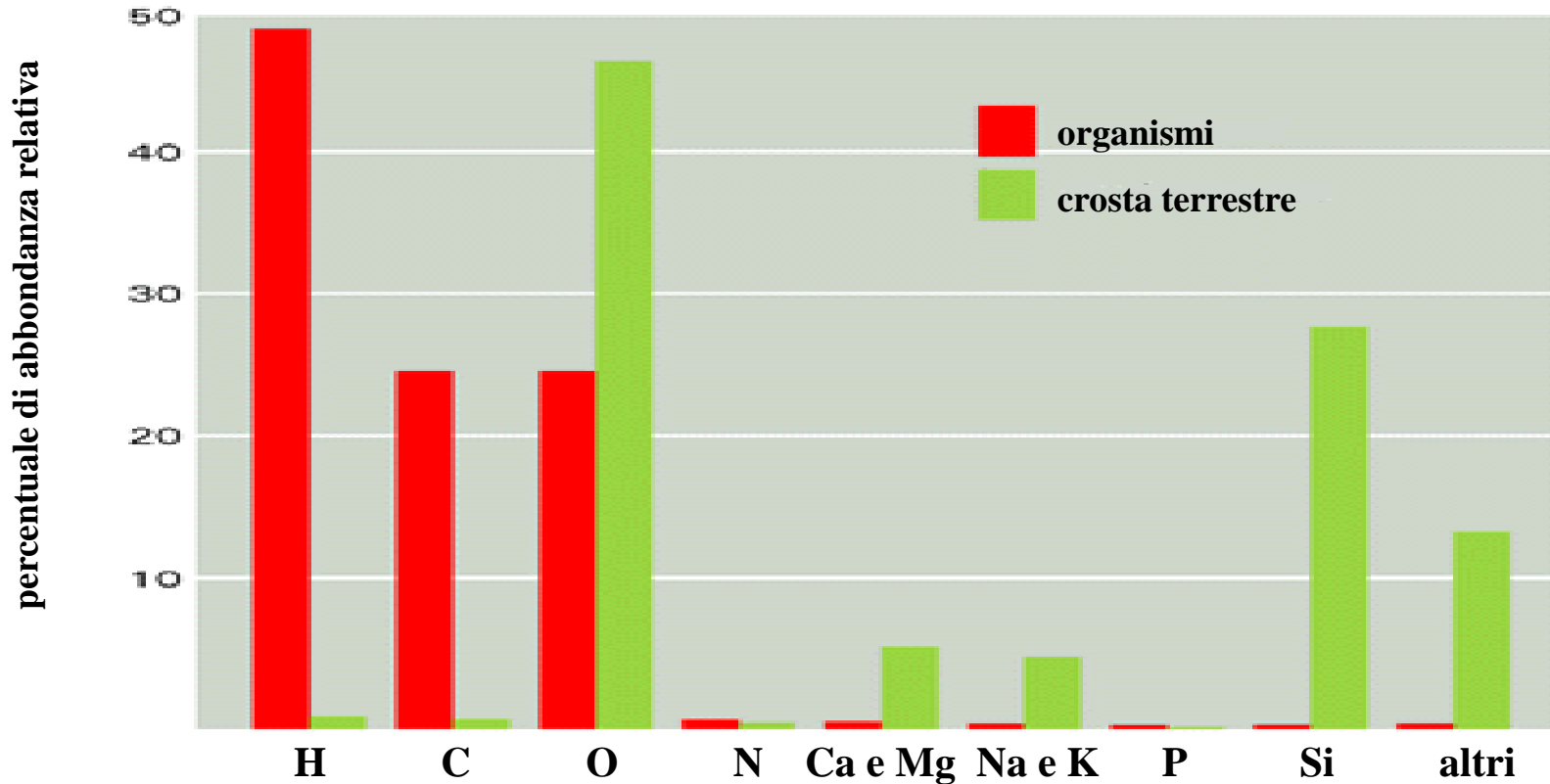


LEZIONE 2

- **COMPONENTI CHIMICI DELLA CELLULA**
- **ACQUA**
- **COMPOSTI DEL CARBONIO: MACROMOLECOLE:**
 - **ZUCCHERI**
 - **ACIDI GRASSI**
 - **PROTEINE**
 - **NUCLEOTIDI**

I componenti chimici di una cellula



Una cellula vivente è composta da una serie ristretta di elementi, quattro dei quali (H, C, O e N) corrispondono al 99% del suo peso.

I componenti chimici di una cellula

TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

<http://www.periodni.com/it/>

PERIODO	GRUPPO	1 IA	2 IIA	3	4	5	6	7	8	9	10	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1		1 1.0079 H IDROGENO																	2 4.0026 He ELIO
2		3 6.941 Li LITIO	4 9.0122 Be BERILLIO											5 10.811 B BORO	6 12.011 C CARBONIO	7 14.007 N AZOTO	8 15.999 O OSSIGENO	9 18.998 F FLUORO	10 20.180 Ne NEO
3		11 22.99 Na SODIO	12 24.305 Mg MAGNESIO											13 26.982 Al ALLUMINIO	14 28.086 Si SILICIO	15 30.97 P FOSFORO	16 32.06 S Zolfo	17 35.453 Cl CLORO	18 39.948 Ar ARGO
4		19 39.098 K POTASSIO	20 40.078 Ca CALCIO	21 44.956 Sc SCANDIO	22 47.867 Ti TITANIO	23 50.942 V VANADIO	24 51.996 Cr CROMO	25 54.938 Mn MANGANESE	26 55.845 Fe FERRO	27 58.933 Co COBALTO	28 58.693 Ni NICHEL	29 63.546 Cu RAME	30 65.38 Zn ZINCO	31 69.723 Ga GALLIO	32 72.64 Ge GERMANIO	33 74.922 As ARSENICO	34 78.96 Se SELENIO	35 79.904 Br BROMO	36 83.798 Kr CRIPTO
5		37 85.468 Rb RUBIDIO	38 87.62 Sr STRONZIO	39 88.906 Y ITTRIO	40 91.224 Zr ZIRCONIO	41 92.906 Nb NIOBIO	42 95.96 Mo MOLIBDENO	43 (98) Tc TECNETO	44 101.07 Ru RUTENIO	45 102.91 Rh RODIO	46 106.42 Pd PALLADIO	47 107.87 Ag ARGENTO	48 112.41 Cd CADMIO	49 114.82 In INDIO	50 118.71 Sn STAGNO	51 121.76 Sb ANTIMONIO	52 127.60 Te TELLURIO	53 126.90 I IODIO	54 131.29 Xe XENO
6		55 132.91 Cs CESIO	56 137.33 Ba BARIO	57-71 La-Lu Lantanidi	72 178.49 Hf AFNIO	73 180.95 Ta TANTALIO	74 183.84 W WOLFRAMIO	75 186.21 Re RENIUM	76 190.23 Os OSMIUM	77 192.22 Ir IRIDIO	78 195.08 Pt PLATINO	79 196.97 Au ORO	80 200.59 Hg MERCURIO	81 204.38 Tl TALLIO	82 207.2 Pb PIOMBO	83 208.98 Bi BISMUTO	84 (209) Po POLONIO	85 (210) At ASTATO	86 (222) Rn RADON
7		87 (223) Fr FRANCIO	88 (226) Ra RADIO	89-103 Ac-Lr Attinidi	104 (267) Rf RUTHERFORDIO	105 (268) Db DUBNIO	106 (271) Sg SEABORGIO	107 (272) Bh BOHRIO	108 (277) Hs HASSIO	109 (276) Mt MEITNERIO	110 (281) Ds DARMSTADTIO	111 (280) Rg ROENTGENIO	112 (285) Cn COPERNICIO	113 (...) Uut UNUNTRIO	114 (287) Fl FLEROVIO	115 (...) Uup UNUNPENTIO	116 (291) Lv LIVERMORIO	117 (...) Uus UNUNSEPTIO	118 (...) Uuo UNUNOCTIO

LANTANIDI

57 138.91 La LANTANIO	58 140.12 Ce CERIO	59 140.91 Pr PRASEODIMIO	60 144.24 Nd NEODIMIO	61 (145) Pm PROMETIO	62 150.36 Sm SAMARIO	63 151.96 Eu EUROPIO	64 157.25 Gd GADOLINIO	65 158.93 Tb TERBIO	66 162.50 Dy DISPROSIO	67 164.93 Ho OLMIO	68 167.26 Er ERBIO	69 168.93 Tm TULIO	70 173.05 Yb ITTERBIO	71 174.97 Lu LUTEZIO
------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

ATTINIDI

89 (227) Ac ATTINIO	90 232.04 Th TORIO	91 231.04 Pa PROTOATTINIO	92 238.03 U URANIO	93 (237) Np NETTUNIO	94 (244) Pu PLUTONIO	95 (243) Am AMERICIO	96 (247) Cm CURIO	97 (247) Bk BERKELIO	98 (251) Cf CALIFORNIO	99 (252) Es EINSTEINIO	100 (257) Fm FERMIO	101 (258) Md MENDELEVIO	102 (259) No NOBELIO	103 (262) Lr LAWRENTIO
----------------------------------	---------------------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

(1) Pure Appl. Chem., **81**, No. 11, 2131-2156 (2009)
Le masse atomiche relative sono espresse con cinque cifre significative. L'elemento non ha alcuni nuclidi stabili e un valore tra parentesi, e.g. [209], indica il numero totale dell'isotopo lungo-vivo dell'elemento. Tuttavia, tre elementi (Th, Pa ed U) hanno una composizione isotopica terrestre caratteristica e così loro massa atomica data.

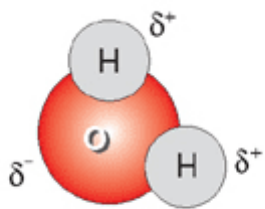
I componenti chimici di una cellula

La sostanza più abbondante nelle cellule viventi è l'**ACQUA**; essa rappresenta il 70% del peso di una cellula e la maggior parte delle reazioni intracellulari avvengono in un ambiente acquoso.

Se lasciamo da parte l' H_2O , quasi tutte le molecole di una cellula sono **composti del carbonio**, che costituiscono la materia della **chimica organica**.

Composizione chimica approssimativa di una cellula batterica

	<i>% del peso cellulare totale</i>	<i>N° di tipi di ciascuna molecola</i>
- Acqua	70	1
- Ioni inorganici	1	20
- Zuccheri e precursori	1	250
- Aminoacidi e precursori	0,4	100
- Nucleotidi e precursori	0,4	100
- Acidi grassi e precursori	1	50
- Altre piccole molecole	0,2	~300
- Macromolecole (proteine, acidi nucleici e polisaccaridi)	26	~3000

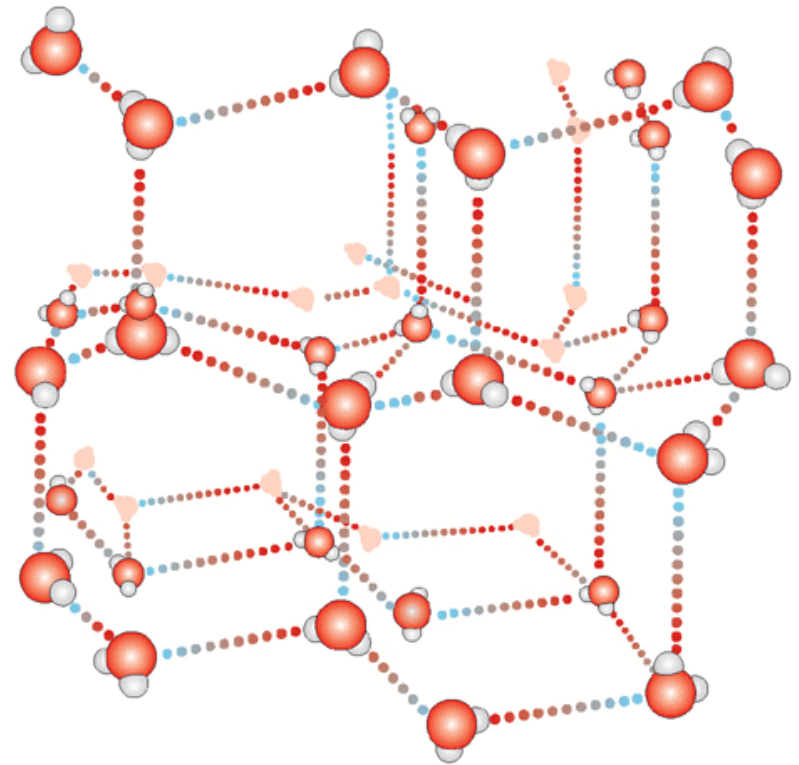
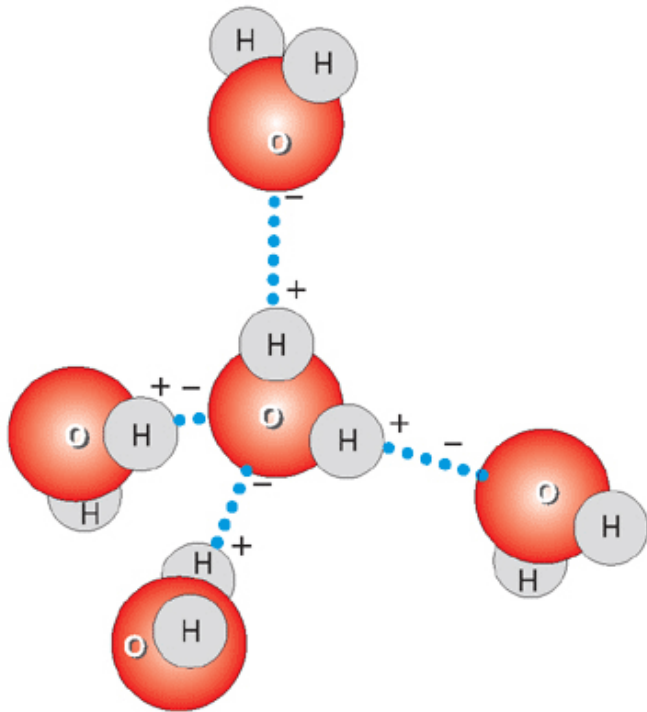


La molecola dell'acqua

O è più elettronegativo ed attrae maggiormente gli e⁻
 O ha una parziale carica -; H ha una parziale carica +

La molecola dell'acqua (H₂O).

Quando la regione carica + di una molecola di H₂O (H) viene a trovarsi in prossimità della regione carica - (O) di un'altra molecola di H₂O, la reciproca attrazione elettrica può dar luogo a un legame debole: il **LEGAME IDROGENO**.

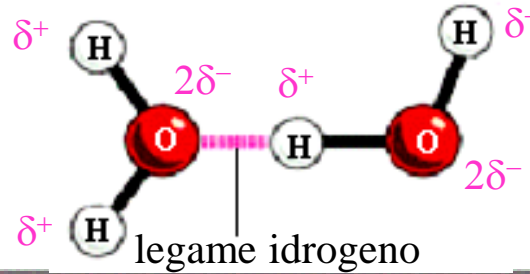


■ **Figura 1.2** I quattro legami idrogeno che possono essere formati da una molecola d'acqua. Lo schema non rispetta la reale disposizione spaziale, tetraedrica, essendo l'ossigeno in ibridazione sp^3 .

■ **Figura 1.3** Nel ghiaccio, le molecole di acqua occupano posizioni fisse che formano un reticolo.

LEGAME IDROGENO

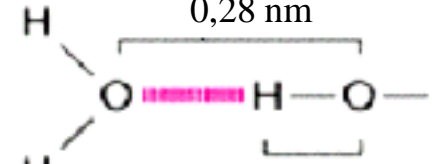
A causa della loro polarizzazione, due molecole di H₂O adiacenti possono formare un **legame idrogeno** (1/20 della forza di un legame covalente).



lunghezze di legame

legame idrogeno

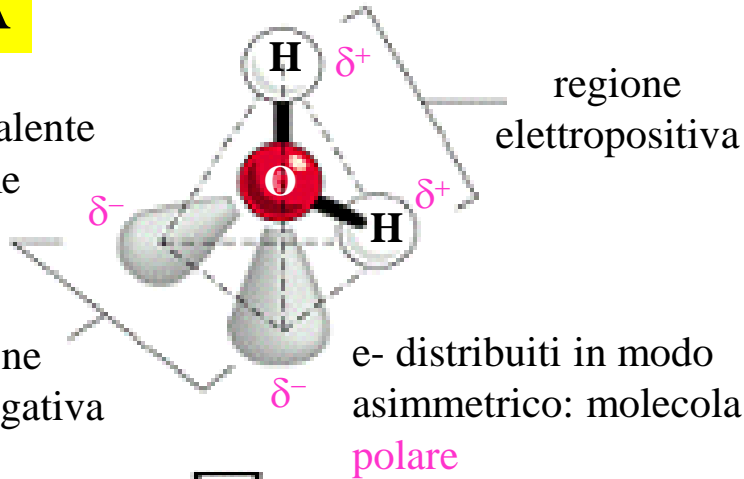
0,28 nm



0,104 nm, legame covalente

ACQUA

il legame covalente crea un legame **dipolare**



LA STRUTTURA DELL'H₂O

Molecole di H₂O si uniscono transientemente in un reticolo di legami idrogeno



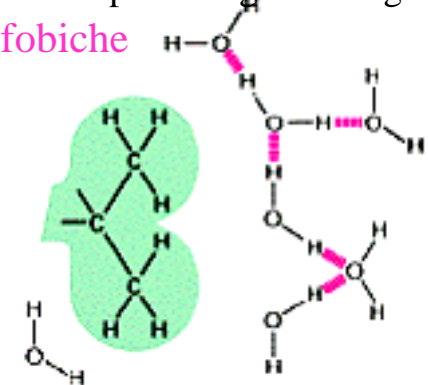
MOLECOLE IDROFILICHE E IDROFOBICHE

A causa della loro natura polare, le molecole d'H₂O si raccolgono intorno agli ioni e ad altre molecole polari. Perciò le molecole che possono trovare posto nelle strutture formate da legami idrogeno dell'H₂O sono **idrofiliche** e relativamente solubili in H₂O



Le molecole non polari interrompono i legami idrogeno

idrofobiche



Le proprietà dell'acqua

Le proprietà dell'acqua che scaturiscono dalla sua struttura sono quelle di seguito elencate:

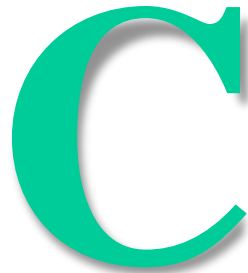
1. Elevata coesione
2. Elevata tensione superficiale
3. Elevata capacità termica
4. Elevato calore di evaporazione
5. Elevato punto di ebollizione ed elevato punto di fusione

Sostanze IDROFILICHE: si sciolgono in H_2O perché sono composte da ioni o molecole polari che attraggono le molecole di H_2O con interazioni elettriche. Le molecole di H_2O circondano ogni ione o molecola polare che si trova sulla superficie del solido e lo portano in soluzione.

Sostanze IDROFOBICHE: Contengono prevalentemente legami non polari perciò non sono solubili. L' H_2O non è attratta da tali molecole e perciò non tende ad avvolgerle e a portarle in soluzione

Il carbonio

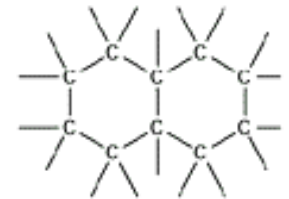
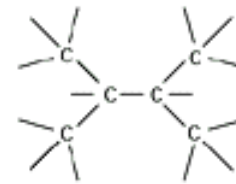
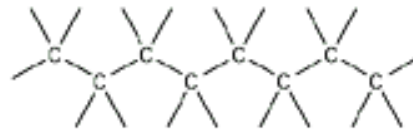
A parte l' H_2O quasi tutte le molecole cellulari si basano sul **Carbonio**, che si distingue tra tutti gli altri elementi per la sua eccezionale capacità di formare grandi molecole



Quattro orbitali
 sp^3 tetraedrici

Piccolo, con 4 elettroni e 4 posti vuoti nel suo guscio esterno, l'atomo di C può dare **4 legami covalenti** con altri atomi.

Ogni atomo di C può unirsi ad altri C in catene ed anelli con legami covalenti stabilissimi



e quindi dar luogo a molecole grandi e complesse di dimensioni praticamente illimitate: **le molecole organiche**

I componenti chimici di una cellula

IV

TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

<http://www.periodici.com/it/>

GRUPPO	TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI																18		
PERIODO	1	2											13	14	15	16	17	18	
	IA	IIA											IIIA	IVA	V	VIA	VIIA	VIIIA	
1	1 1.0079 H IDROGENO																		2 4.0026 He ELIO
2	3 6.941 Li LITIO	4 9.0122 Be BERILLIO											5 10.811 B BORO	6 12.011 C CARBONIO	7 14.007 N AZOTO	8 15.999 O OSSIGENO	9 18.998 F FLUORO	10 20.180 Ne NEO	
3	11 22.990 Na SODIO	12 24.305 Mg MAGNESIO											13 26.982 Al ALLUMINIO	14 28.086 Si SILICIO	15 30.974 P FOSFORO	16 32.065 S Zolfo	17 35.453 Cl CLORO	18 39.948 Ar ARGO	
4	19 39.098 K POTASSIO	20 40.078 Ca CALCIO	21 44.956 Sc SCANDIO	22 47.867 Ti TITANIO	23 50.942 V VANADIO	24 51.996 Cr CROMO	25 54.938 Mn MANGANESE	26 55.845 Fe FERRO	27 58.933 Co COBALTO	28 58.693 Ni NICHEL	29 63.546 Cu RAME	30 65.38 Zn ZINCO	31 69.723 Ga GALLIO	32 72.64 Ge GERMANIO	33 74.922 As ARSENICO	34 78.96 Se SELENIO	35 79.904 Br BROMO	36 83.798 Kr CRIPTO	
5	37 85.468 Rb RUBIDIO	38 87.62 Sr STRONZIO	39 88.906 Y ITTRIO	40 91.224 Zr ZIRCONIO	41 92.906 Nb NIOBIO	42 95.96 Mo MOLIBDENO	43 (98) Tc TECNETO	44 101.07 Ru RUTENIO	45 102.91 Rh RODIO	46 106.42 Pd PALLADIO	47 107.87 Ag ARGENTO	48 112.41 Cd CADMIO	49 114.82 In INDIO	50 118.71 Sn STAGNO	51 121.76 Sb ANTIMONIO	52 127.60 Te TELLURIO	53 126.90 I IODIO	54 131.29 Xe XENO	
6	55 132.91 Cs CESIO	56 137.33 Ba BARIO	57-71 La-Lu Lantanidi	72 178.49 Hf AFNIO	73 180.95 Ta TANTALIO	74 183.84 W WOLFRAMIO	75 186.21 Re RENIUM	76 190.23 Os OSMIUM	77 192.22 Ir IRIDIO	78 195.08 Pt PLATINO	79 196.97 Au ORO	80 200.59 Hg MERCURIO	81 204.38 Tl TALLIO	82 207.2 Pb PIOMBO	83 208.98 Bi BISMUTO	84 (209) Po POLONIO	85 (210) At ASTATO	86 (222) Rn RADON	
7	87 (223) Fr FRANCIO	88 (226) Ra RADIO	89-103 Ac-Lr Attinidi	104 (267) Rf RUTHERFORDIO	105 (268) Db DUBNIO	106 (271) Sg SEABORGIO	107 (272) Bh BOHRIO	108 (277) Hs HASSIO	109 (276) Mt MEITNERIO	110 (281) Ds DARMSTADTIO	111 (280) Rg ROENTGENIO	112 (285) Cn COPERNICIO	113 (...) Uut UNUNTRIO	114 (287) Fl FLEROVIO	115 (...) Uup UNUNPENTIO	116 (291) Lv LIVERMORIO	117 (...) Uus UNUNSEPTIO	118 (...) Uuo UNUNOCTIO	

MASSA ATOMICA RELATIVA (I)

GRUPPO IUPAC

NUMERO ATOMICO

SIMBOLO

NOME DELL' ELEMENTO

Metalli	Semimetali	Non metalli
Metalli alcalini	Calcogeni	
Metalli alcalino terrosi	Alogeni	
Metalli di transizione	Gas nobili	
Lantanidi		
Attinidi		

STATO DI AGGREGAZIONE A 25 °C

Ne - gas Fe - solido

Hg - liquido Tc - artificiali

Copyright © 2012 Eni Generaliti

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2156 (2009)
 Le masse atomiche relative sono espresse con cinque cifre significative. L'elemento non ha alcuni nuclidi stabili e un valore tra parentesi, e.g. [209], indica il numero totale dell'isotopo lungo-vivo dell'elemento. Tuttavia, tre elementi (Th, Pa ed U) hanno una composizione isotopica terrestre caratteristica e così loro massa atomica data.

LANTANIDI

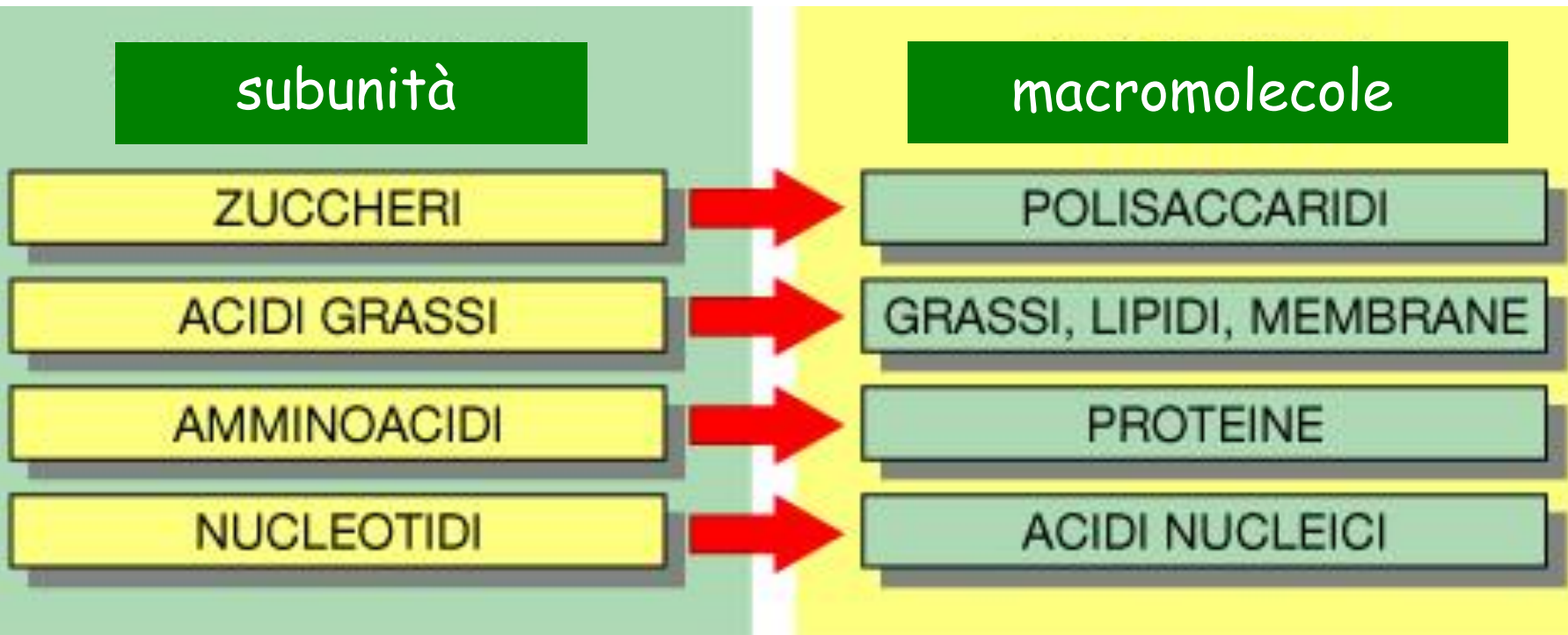
57 138.91 La LANTANIO	58 140.12 Ce CERIO	59 140.91 Pr PRAESEODIMIO	60 144.24 Nd NEODIMIO	61 (145) Pm PROMETIO	62 150.36 Sm SAMARIO	63 151.96 Eu EUROPIO	64 157.25 Gd GADOLINIO	65 158.93 Tb TERBIO	66 162.50 Dy DISPROSIO	67 164.93 Ho OLMIO	68 167.26 Er ERBIO	69 168.93 Tm TULLIO	70 173.05 Yb ITTERBIO	71 174.97 Lu LUTEZIO
------------------------------------	---------------------------------	--	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

ATTINIDI

89 (227) Ac ATTINIO	90 232.04 Th TORIO	91 231.04 Pa PROTOATTINIO	92 238.03 U URANIO	93 (237) Np NETTUNIO	94 (244) Pu PLUTONIO	95 (243) Am AMERICIO	96 (247) Cm CURIO	97 (247) Bk BERKELIO	98 (251) Cf CALIFORNIO	99 (252) Es EINSTEINIO	100 (257) Fm FERMIO	101 (258) Md MENDELEVIO	102 (259) No NOBELIO	103 (262) Lr LAWRENTIO
----------------------------------	---------------------------------	--	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

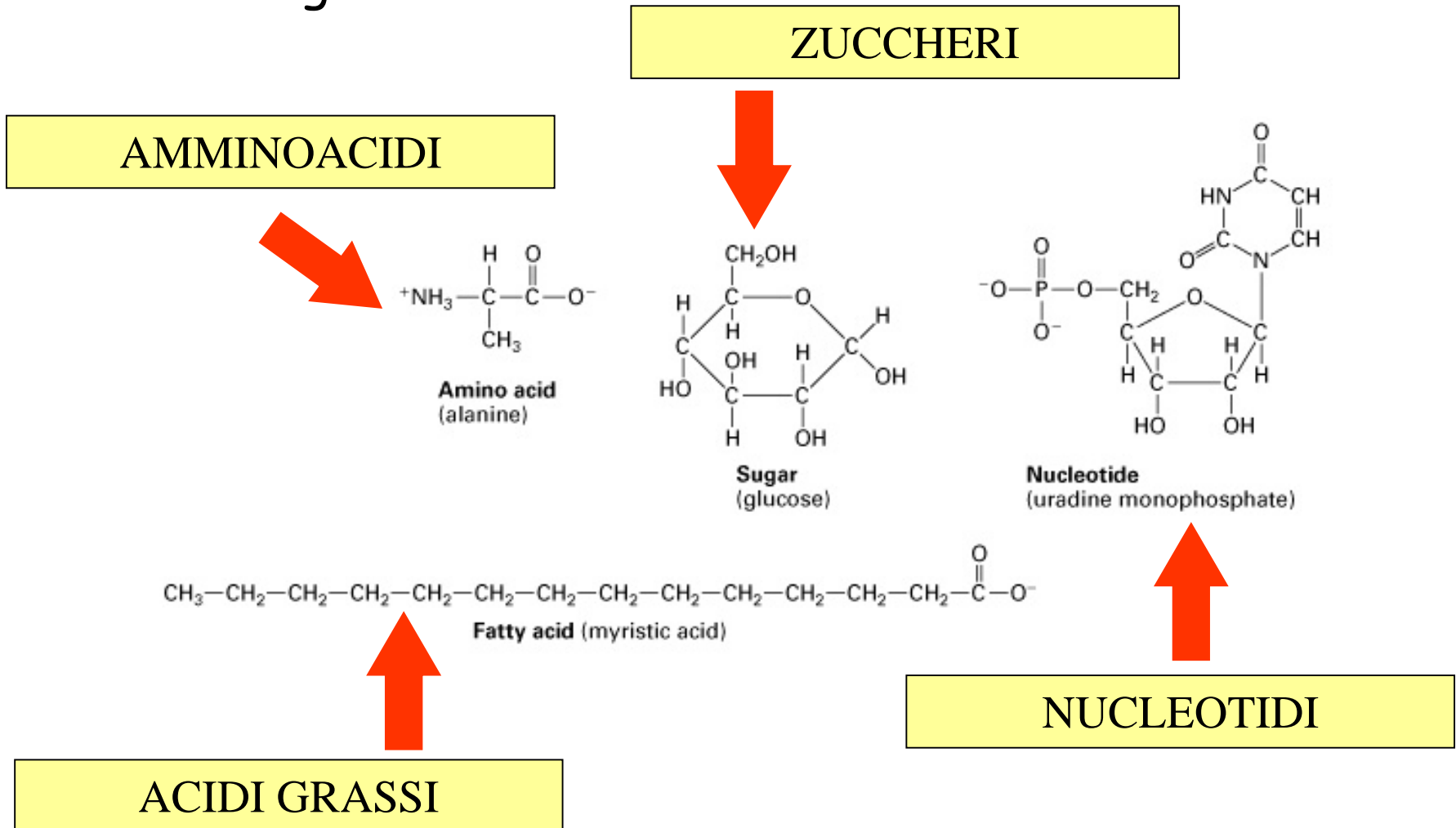
I componenti chimici di una cellula

Le cellule contengono 4 famiglie principali di piccole molecole organiche:



I componenti chimici di una cellula

Le cellule contengono 4 famiglie principali di piccole molecole organiche:



Le macromolecole

Le cellule contengono **4 famiglie principali di piccole molecole organiche**

Queste piccole molecole organiche si possono **associare in lunghe catene formando le macromolecole**

Le macromolecole sono, in peso, **i composti carboniosi + abbondanti della cellula vivente**

Le macromolecole cellulari sono **polimeri** formati semplicemente **unendo con legami covalenti molecole organiche piccole** (dette subunità o monomeri) in lunghe catene

Benché differenti nei particolari, **le reazioni chimiche** con cui vengono aggiunte le subunità ai polimeri di proteine, acidi nucleici o polisaccaridi presentano importanti caratteristiche comuni

Ogni polimero si allunga applicando un nuovo monomero all'estremità di una catena polimerica in crescita mediante una **reazione di condensazione**, in cui una molecola di H_2O viene eliminata per ogni subunità aggiunta

In tutti i casi la reazione è catalizzata da **enzimi** che garantiscono **l'incorporazione esclusiva dei monomeri del tipo giusto**

Le macromolecole

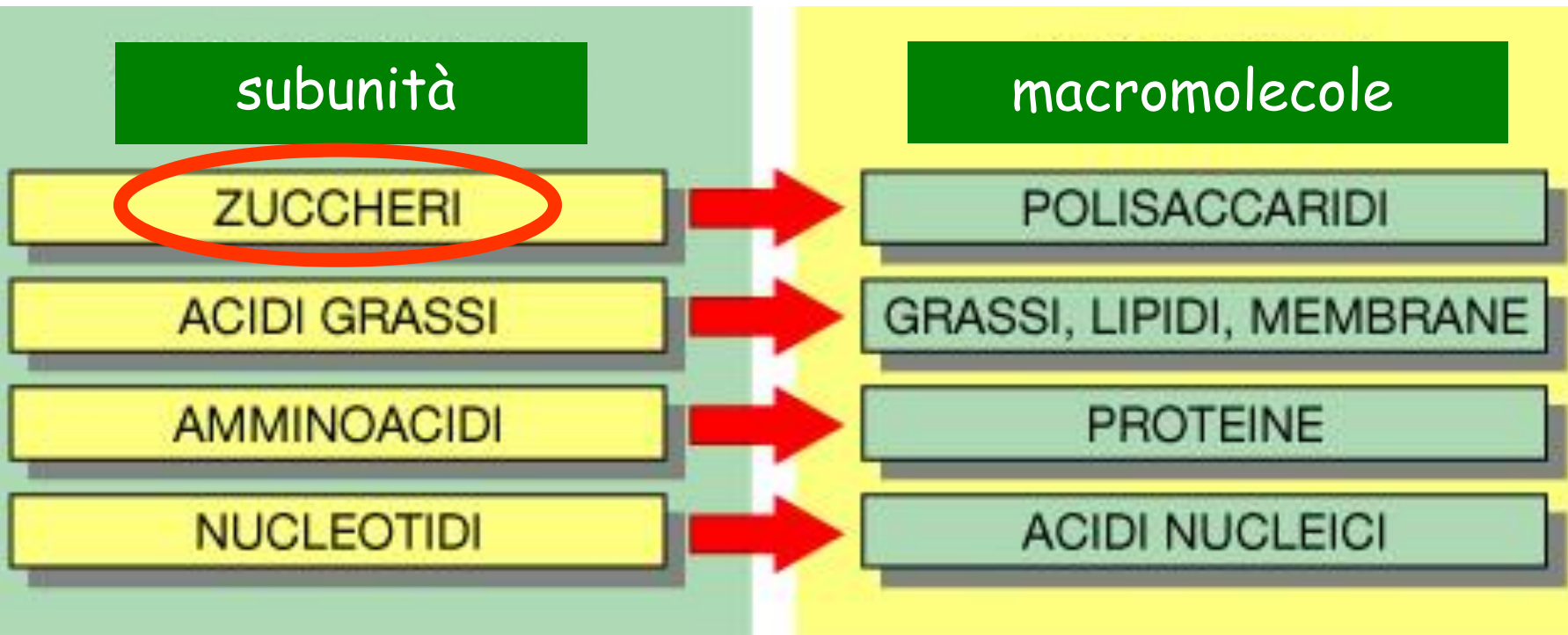
La **polimerizzazione**, un monomero alla volta, in una catena lunga è un procedimento semplice per fabbricare una molecola grande e complessa, dato che ogni elemento viene ad aggiungersi grazie alla **stessa reazione eseguita ripetutamente dalla stessa batteria enzimatica**

Quasi tutte le macromolecole vengono sintetizzate impiegando **un gruppo di monomeri leggermente diversi tra loro** (20 aa o 4 nt); inoltre nella catena polimerica le subunità non vengono montate a caso, ma in un ordine particolare o **sequenza**

La funzione biologica di proteine, acidi nucleici e gran parte dei polisaccaridi dipende rigidamente dalla **specificità sequenza delle subunità** nella catena lineare. Per questo l'apparato che polimerizza deve sottostare a un **controllo molto fine** e determinare con esattezza la subunità da collocare volta per volta nel polimero in crescita

I componenti chimici di una cellula

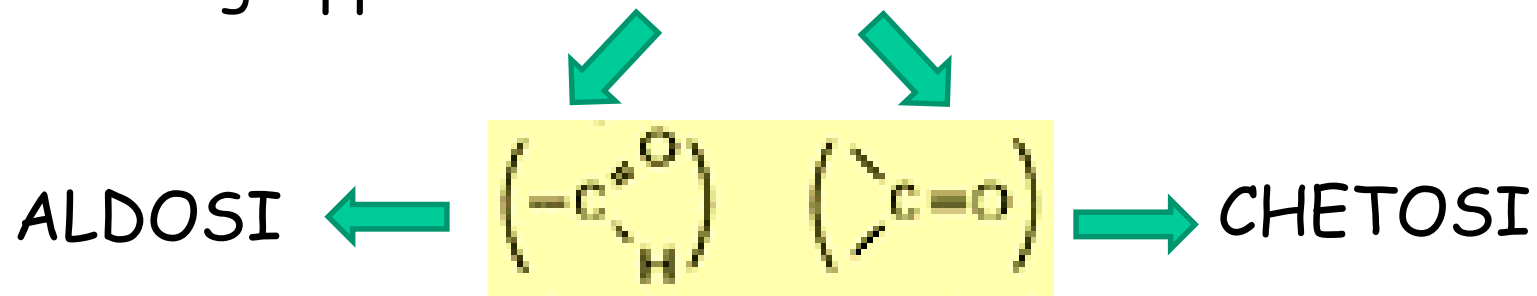
Le macromolecole



MONOSACCARIDI

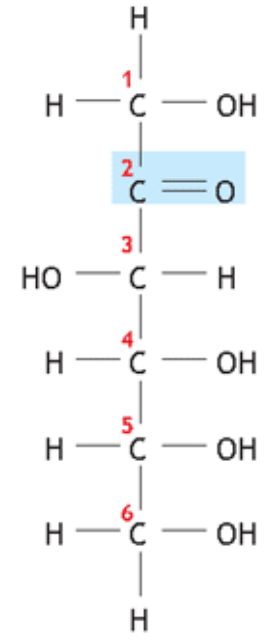
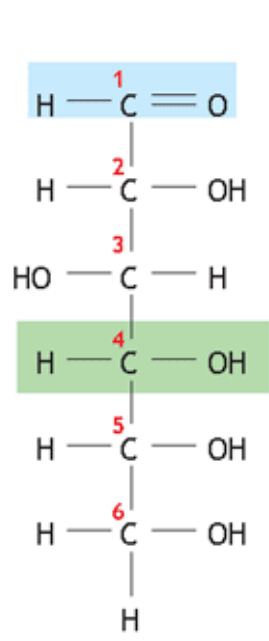
L'unità strutturale più semplice sono i monosaccaridi con formula generale: $(CH_2O)_n$ e sono classificati in base a:

1. Presenza di un gruppo aldeidico o chetonico



2. Numero di atomi di carbonio (2,3,4,5 o 6)

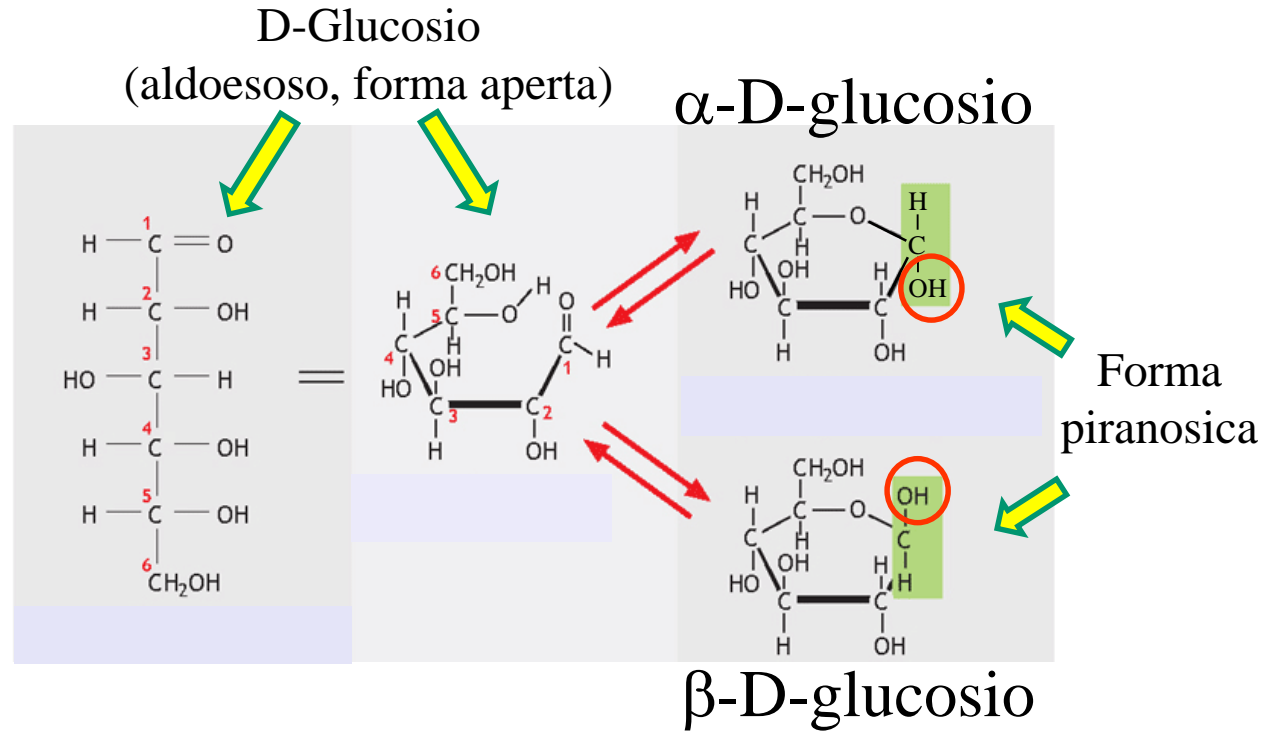
D-Glucosio:
il più
importante
degli
aldoesosi



D-Fruttosio:
il più
importante
dei
chetoesosi

FORMAZIONE DEGLI ANELLI

I gruppi aldeidici o chetonici di uno zucchero possono reagire con un gruppo ossidrilico della stessa molecola:



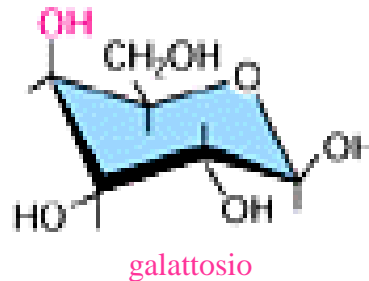
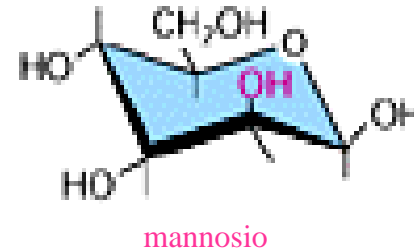
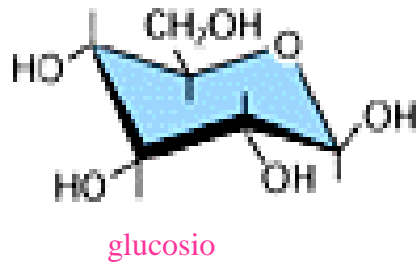
Una conseguenza di questa reazione è la **scomparsa del gruppo aldeidico (o chetonico)** e la formazione di un nuovo atomo di C asimmetrico (definito **glicosidico**) che porta un nuovo **OH**, che potrà trovarsi:

al di sotto (isoforma α)

o la di sopra (isoforma β) del piano in cui giace la forma ciclica

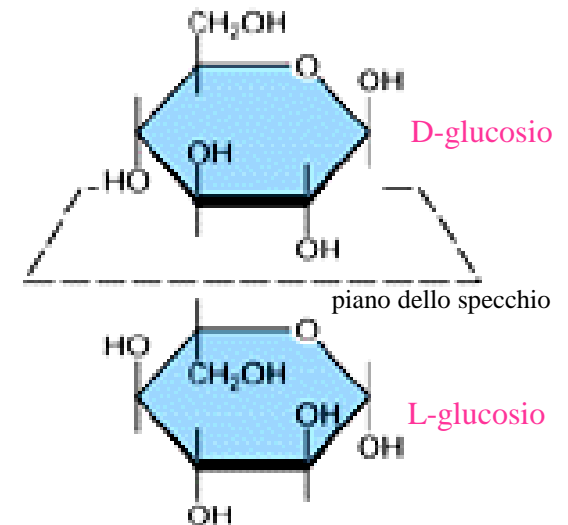
ISOMERI

I monosaccaridi hanno molti isomeri che differiscono soltanto nell'orientamento dei loro gruppi ossidrilici. Es:



FORME D E FORME L

Due isomeri che sono immagini speculari l'uno dell'altro hanno la stessa chimica e perciò hanno lo stesso nome e si distinguono per il prefisso D o L.

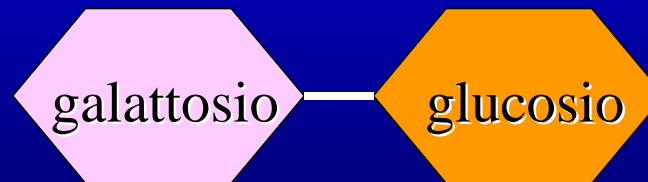


Carboidrati: monosaccaridi

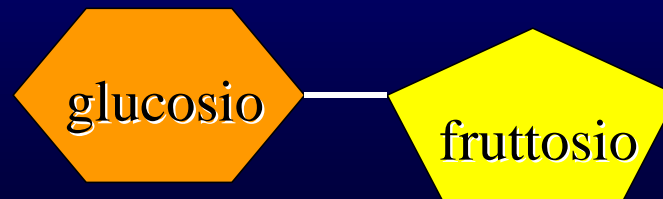


Carboidrati: disaccaridi

lattosio



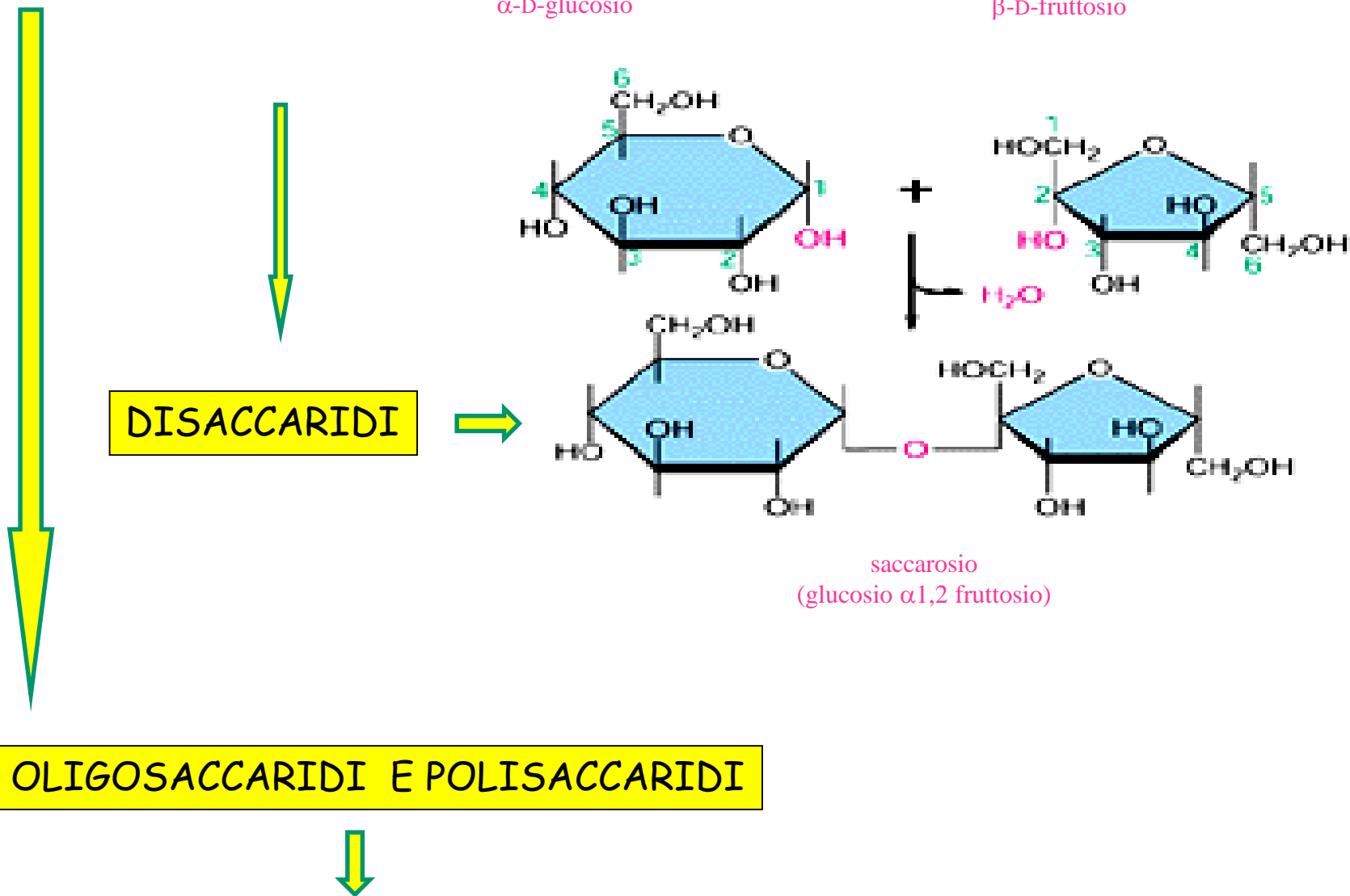
saccarosio



IL LEGAME GLICOSIDICO E I DERIVATI DEI MONOSACCARIDI

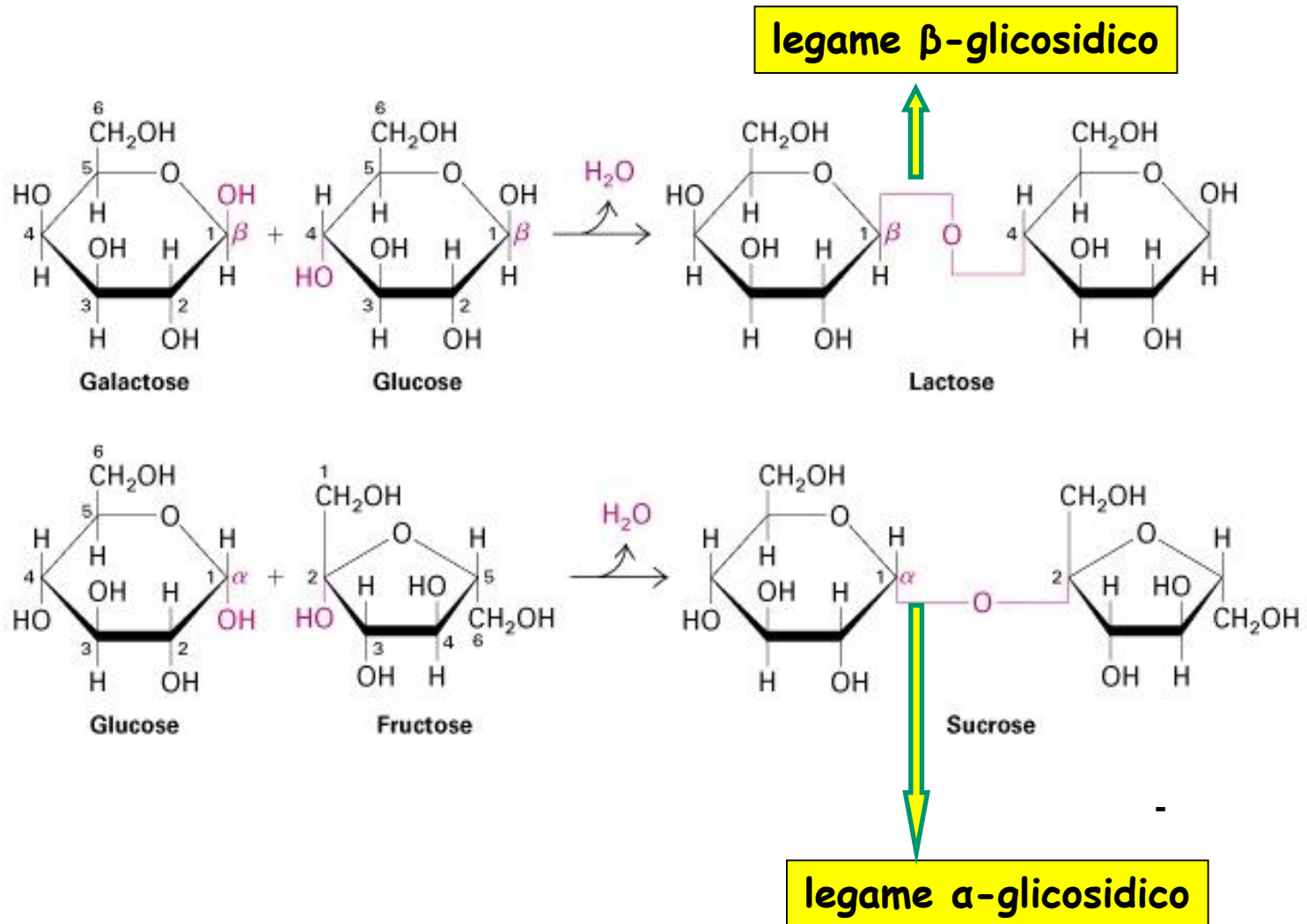
Il C che porta l'aldeide o il chetone può reagire con qualunque gruppo ossidrilico di un secondo zucchero per formare un **legame glicosidico**.

In questo modo si possono formare



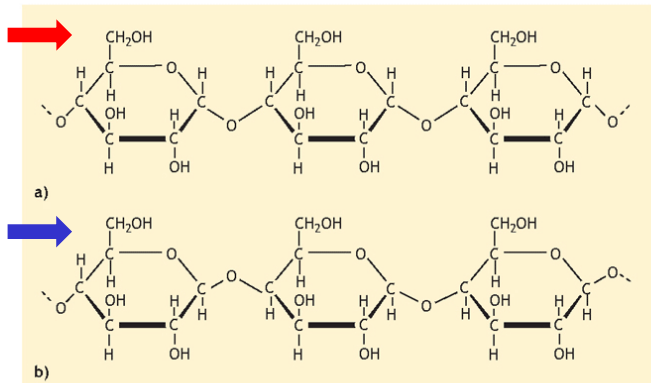
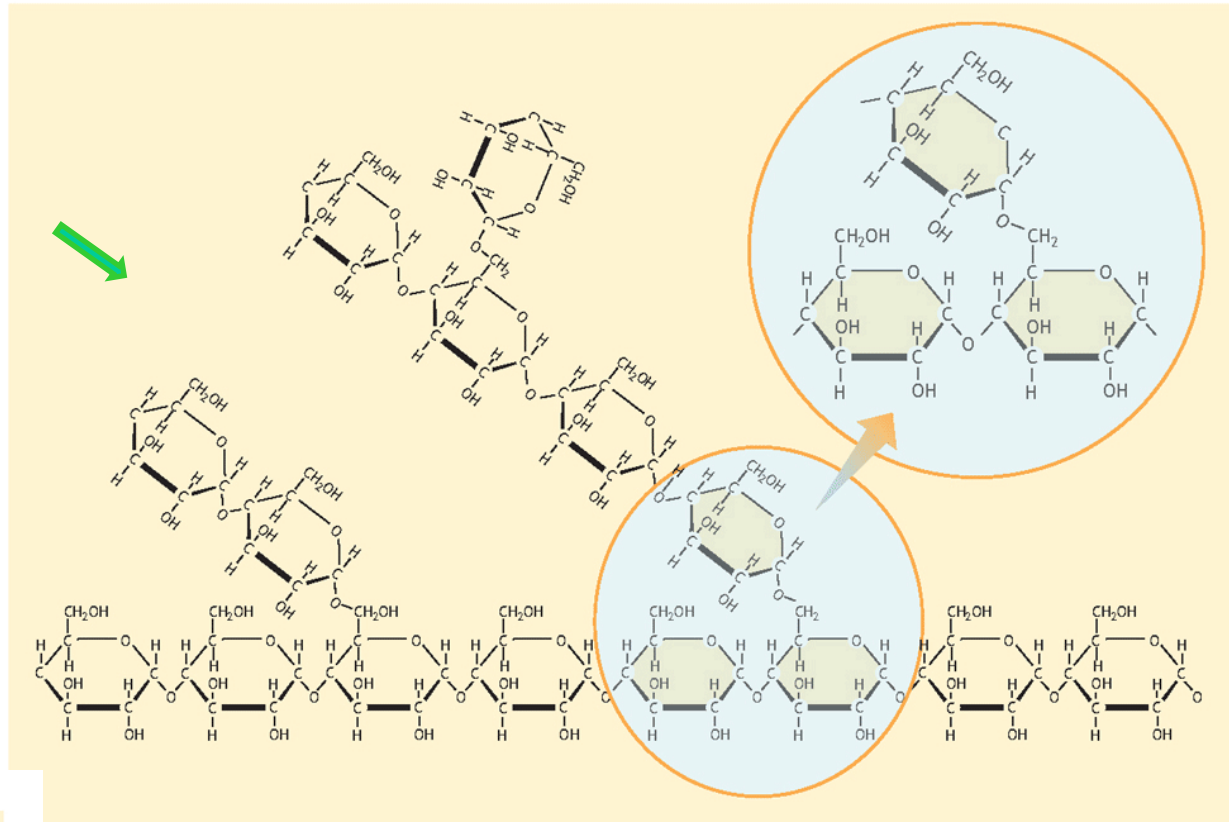
Carboidrati:

legami α - e β -glicosidici uniscono i monosaccaridi



OLIGOSACCARIDI E POLISACCARIDI

Glicogeno: le catene sono costituite da unità di glucosio unite da legami α , 1-4 glicosidici. Le ramificazioni si inseriscono sulle catene principali mediante legami α , 1-6 glicosidici.



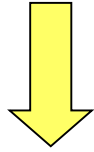
Amiloso e cellulosa differiscono solo per la conformazione α o β del legame glicosidico.

Gli zuccheri sono

importanti fonti di energia

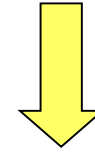
e

costituiscono strutture di supporto



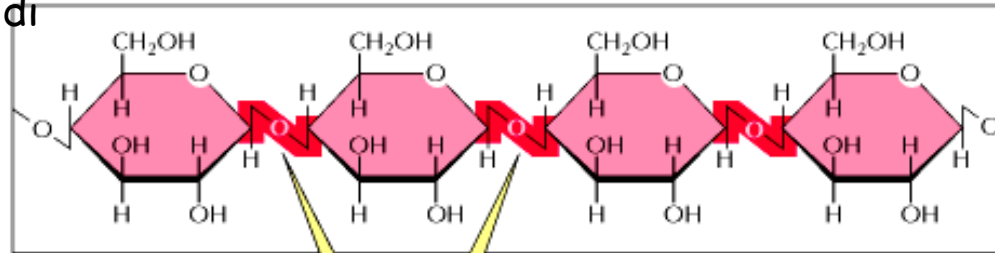
Il **glucosio** è il monosaccaride cui spetta un ruolo centrale tra le fonti di energia della cellula. Esso viene demolito in molecole più piccole in una serie di reazioni, nelle quali si libera energia utilizzabile dalla cellula per compiere lavoro utile.

Per immagazzinare energia e tenerla di riserva le cellule accantonano polisaccaridi contenenti solo glucosio sotto forma di **glicogeno** negli animali e **amido** nella piante



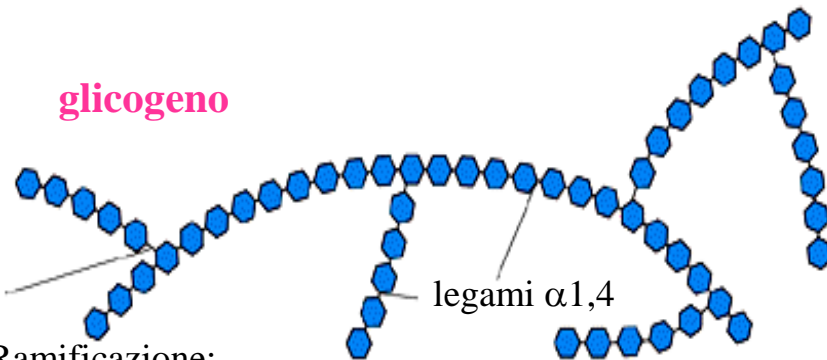
Cellulosa: polisaccaride del glucosio che costituisce le pareti cellulari vegetali ed è la sostanza organica più abbondante sulla Terra

cellulosa



legami β (1 \rightarrow 4)

glicogeno



legami α 1,4

Ramificazione:
legami α 1,6

Carboidrati: polisaccaridi



glicogeno

Le macromolecole - polisaccaridi

Tra le 4 famiglie principali di piccole molecole organiche contenute nelle cellule, ora trattiamo i **monosaccaridi**.

Unendo semplicemente i **monosaccaridi** con **legami glicosidici** (covalente) in **lunghe catene** si formano le macromolecole cellulari denominate **polisaccaridi**

Le **reazioni chimiche** con cui vengono aggiunte le subunità di **monosaccaridi ai polisaccaridi** presentano importanti **caratteristiche comuni** alla polimerizzazione delle altre macromolecole (proteine, acidi nucleici).

Il **polisaccaride** si allunga applicando un nuovo **monosaccaride** all'estremità di una catena polimerica in crescita mediante una **reazione di condensazione**, in cui una molecola di H_2O viene eliminata per ogni subunità aggiunta.

In tutti i casi la reazione è catalizzata da **enzimi** che garantiscono l'incorporazione esclusiva dei **monosaccaridi del tipo giusto**

Le macromolecole - polisaccaridi

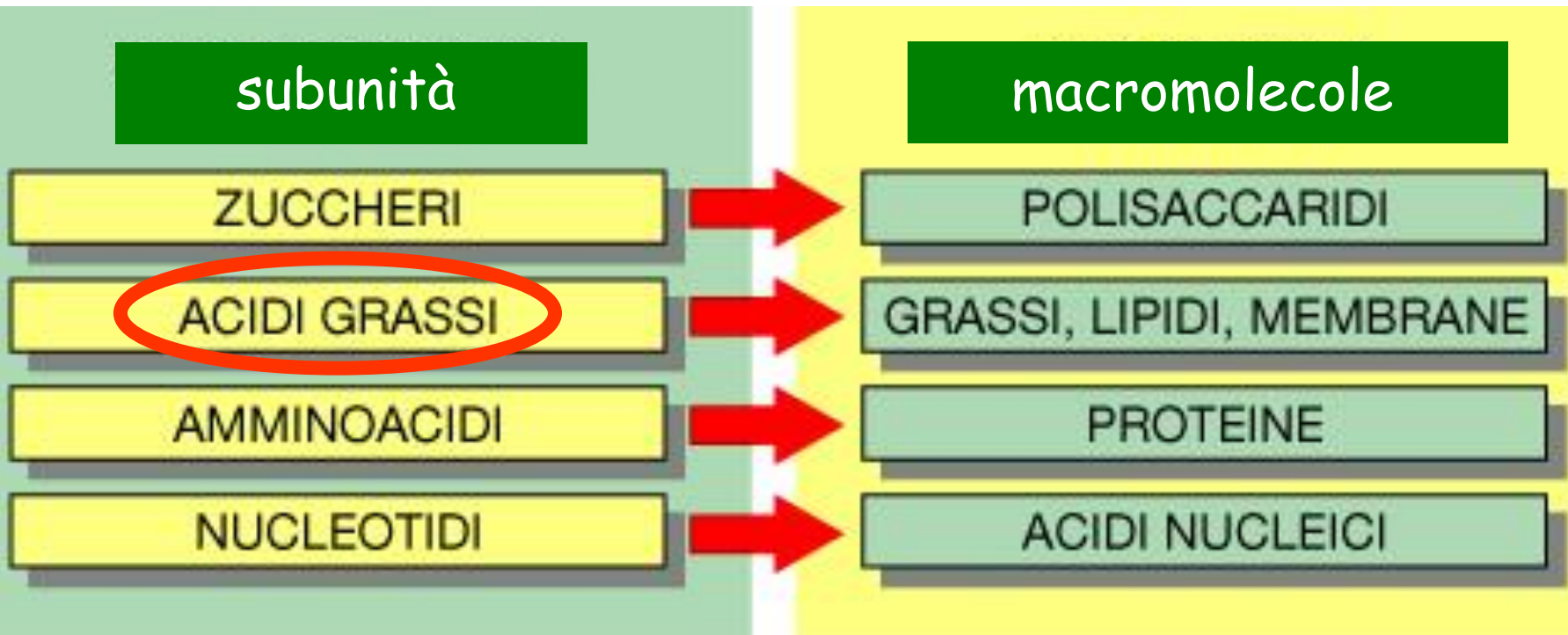
La polimerizzazione, un **monosaccaride** alla volta, in una catena lunga è un **procedimento semplice per fabbricare una molecola grande e complessa**, dato che ogni elemento viene ad aggiungersi grazie alla stessa reazione eseguita ripetutamente dalla stessa batteria enzimatica

I **polisaccaridi** vengono sintetizzati impiegando **un gruppo di monosaccaridi leggermente diversi tra loro**; inoltre nella catena polimerica le subunità non vengono montate a caso, ma in un ordine particolare detto **sequenza**

La funzione biologica di gran parte dei **polisaccaridi** dipende rigidamente dalla **specificità sequenza delle subunità** nella catena lineare. Per questo l'apparato che polimerizza deve sottostare a un **controllo molto fine** e determinare con esattezza il **monosaccaride** da collocare volta per volta nel **polisaccaride** in crescita

I componenti chimici di una cellula

Le macromolecole

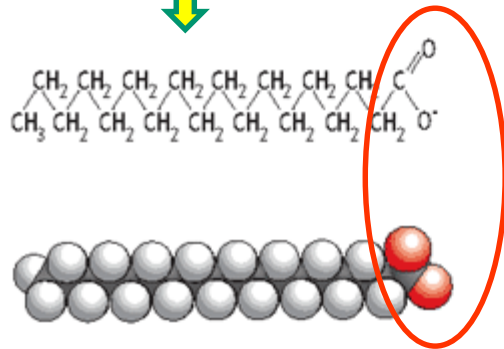


ACIDI GRASSI COMUNI

La molecola di acido grasso presenta 2 regioni chimicamente distinte

una lunga catena idrocarburica:
idrofobica e chimicamente poco reattiva

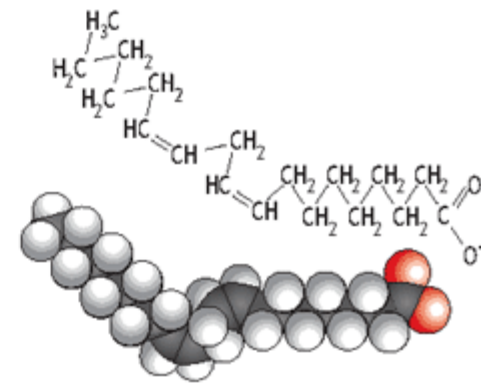
un gruppo $-COOH$,
che si comporta come un acido,
ionizzato in soluzione (COO^-)
estremamente idrofilico e
chimicamente reattivo



acido stearico

Acido grasso saturo:
contiene il massimo numero di
H ed è privo di doppi legami

Molecole
anfipatiche:
1 regione
idrofilica e
1 idrofobica



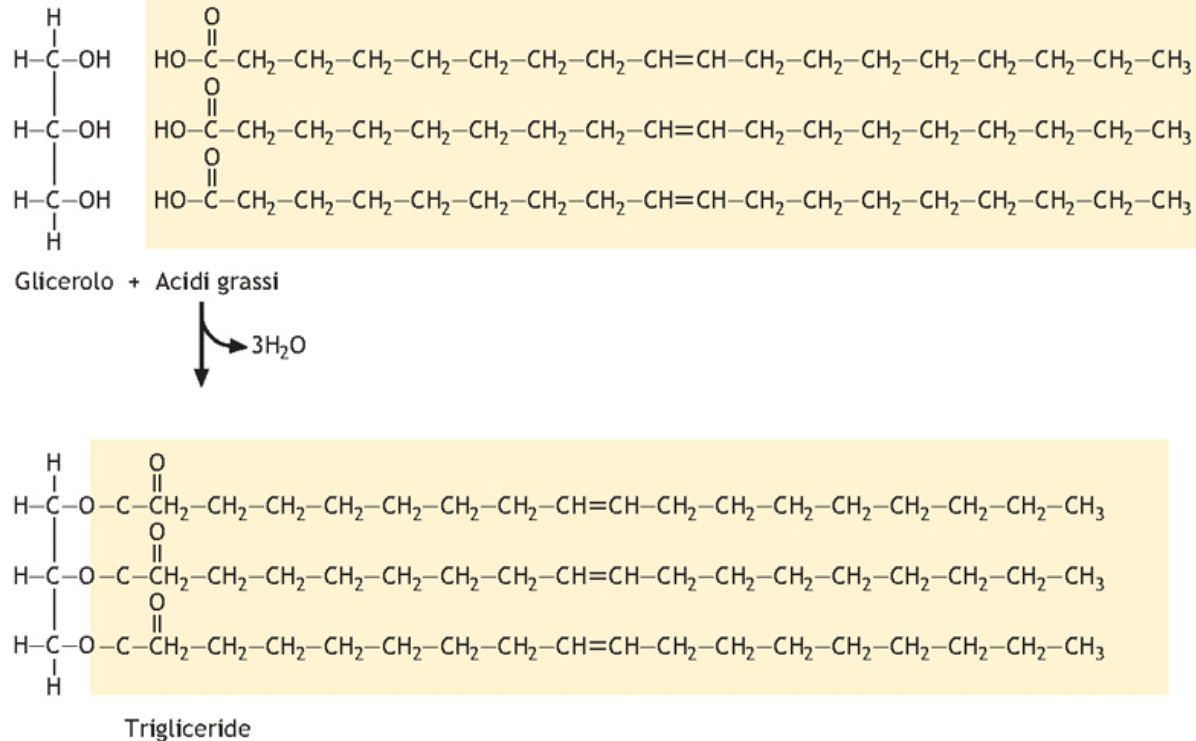
acido linoleico

Acido grasso insaturo:
con uno o più doppi legami
tra atomi di C

I numerosi acidi grassi presenti nelle cellule differiscono solo per la lunghezza della catena idrocarburica e per il numero e la posizione dei doppi legami C-C

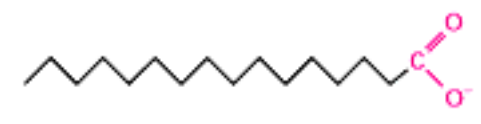
TRIGLICERIDI

Gli acidi grassi sono immagazzinati come riserva di energia (grasso) come esteri del **glicerolo** a formare i trigliceridi.

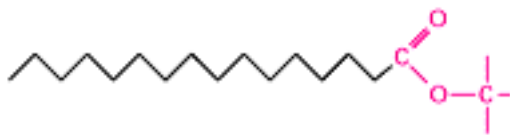


L'esterificazione dei 3 gruppi alcolici del glicerolo con altrettanti acidi grassi porta alla formazione di un **trigliceride**

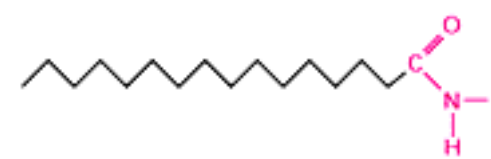
GRUPPO CARBOSSILICO



Se libero, il gruppo carbossilico di un acido grasso si ionizza, ma più comunemente è legato ad altri gruppi a formare

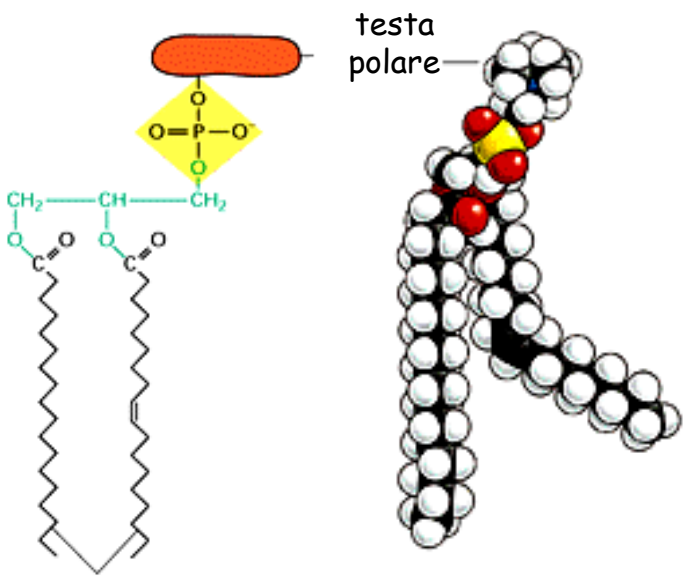


o **esteri**



o **amidi**

FOSFOLIPIDI



testa polare

"code" idrofobiche di acidi grassi

Nei fosfolipidi:

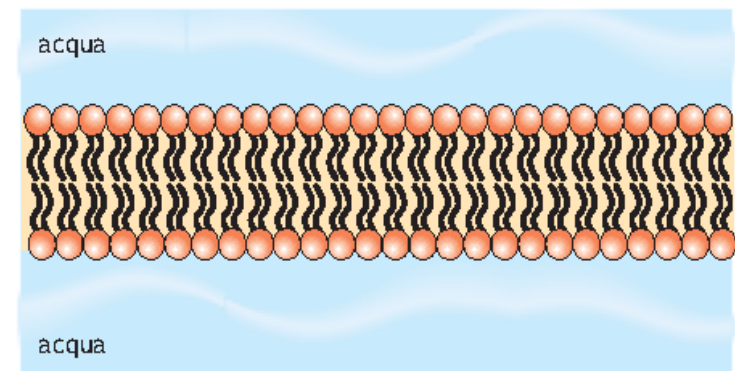
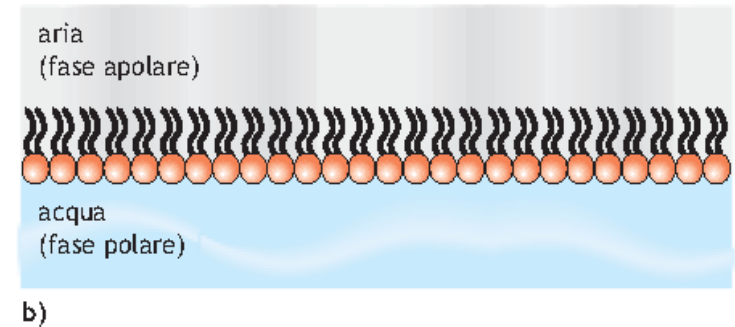
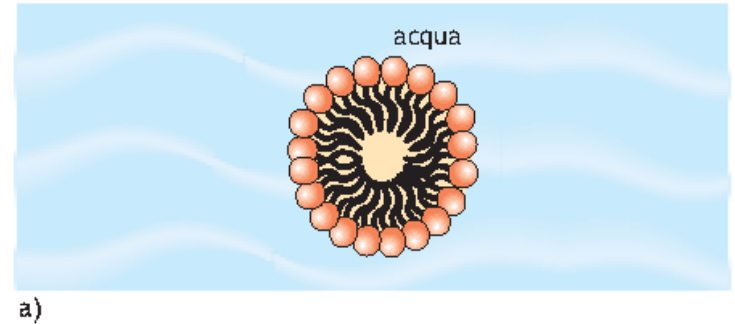
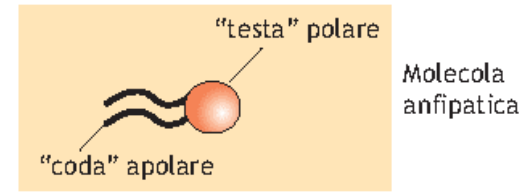
due dei gruppi -OH del glicerolo sono legati ad **acidi grassi**

il terzo gruppo -OH è legato ad **acido fosforico**

Il fosfato è ulteriormente legato ad un gruppo (un alcool) che forma una piccola **testa polare**

AGGREGATI LIPIDICI

Gli acidi grassi e i fosfolipidi hanno:
una testa idrofilica
e una coda idrofobica



I fosfolipidi e i glicolipidi formano doppi strati lipidici autosigillanti che sono la base di tutte le membrane cellulari

Le macromolecole - lipidi

Tra le 4 famiglie principali di piccole molecole organiche contenute nelle cellule, ora trattiamo gli **acidi grassi**.

Gli **acidi grassi** si possono associare in lunghe catene formando **le membrane, i lipidi, i grassi**

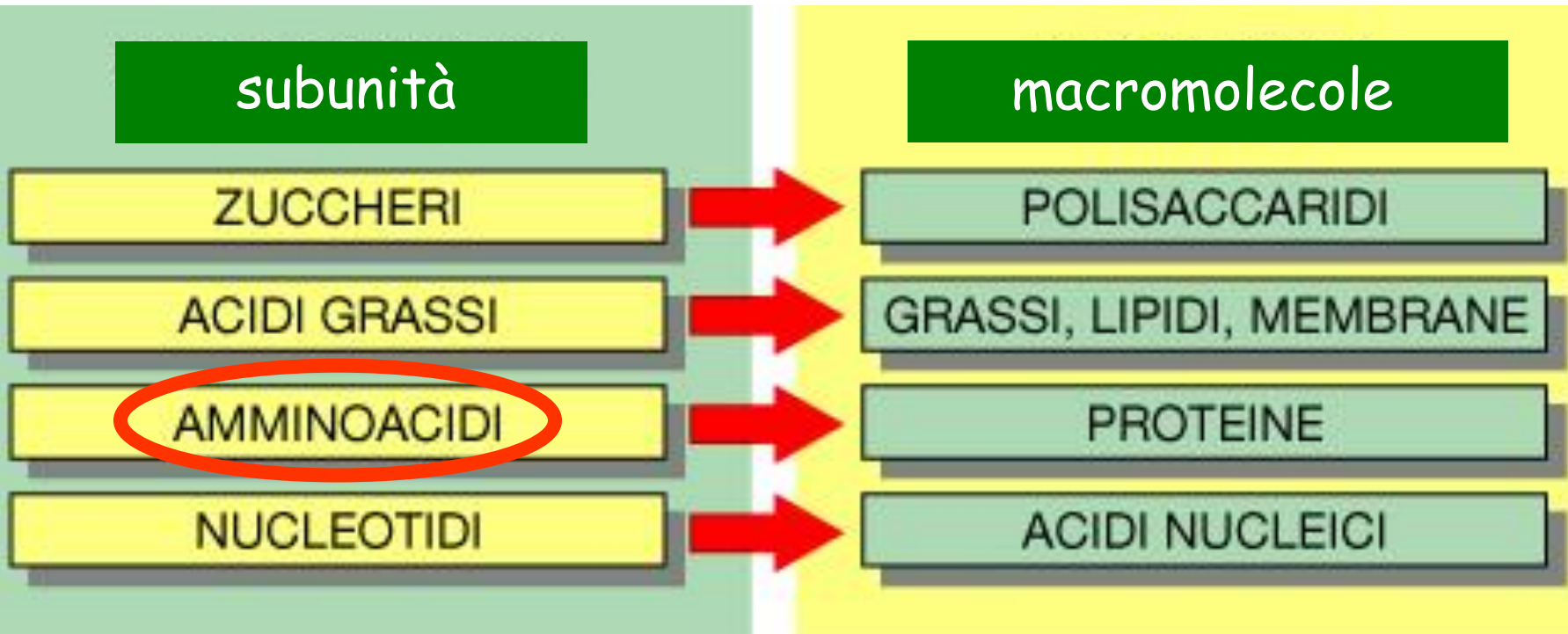
Le **membrane, i lipidi e i grassi** sono polimeri formati semplicemente unendo gli **acidi grassi** (in questo caso non con legami covalenti) in lunghe catene

Gli **acidi grassi differiscono** dalle altre macromolecole, soprattutto perché le reazioni chimiche con cui vengono aggiunte le subunità di acidi grassi alle membrane non hanno le caratteristiche che accomunano gli altri 3 tipi di macromolecole:

- catena polimerica in crescita
- reazione di condensazione
- eliminazione di una molecola di H_2O
- incorporazione esclusiva dei monomeri in una ben determinata sequenza
- stessa reazione eseguita ripetutamente dalla stessa batteria enzimatica

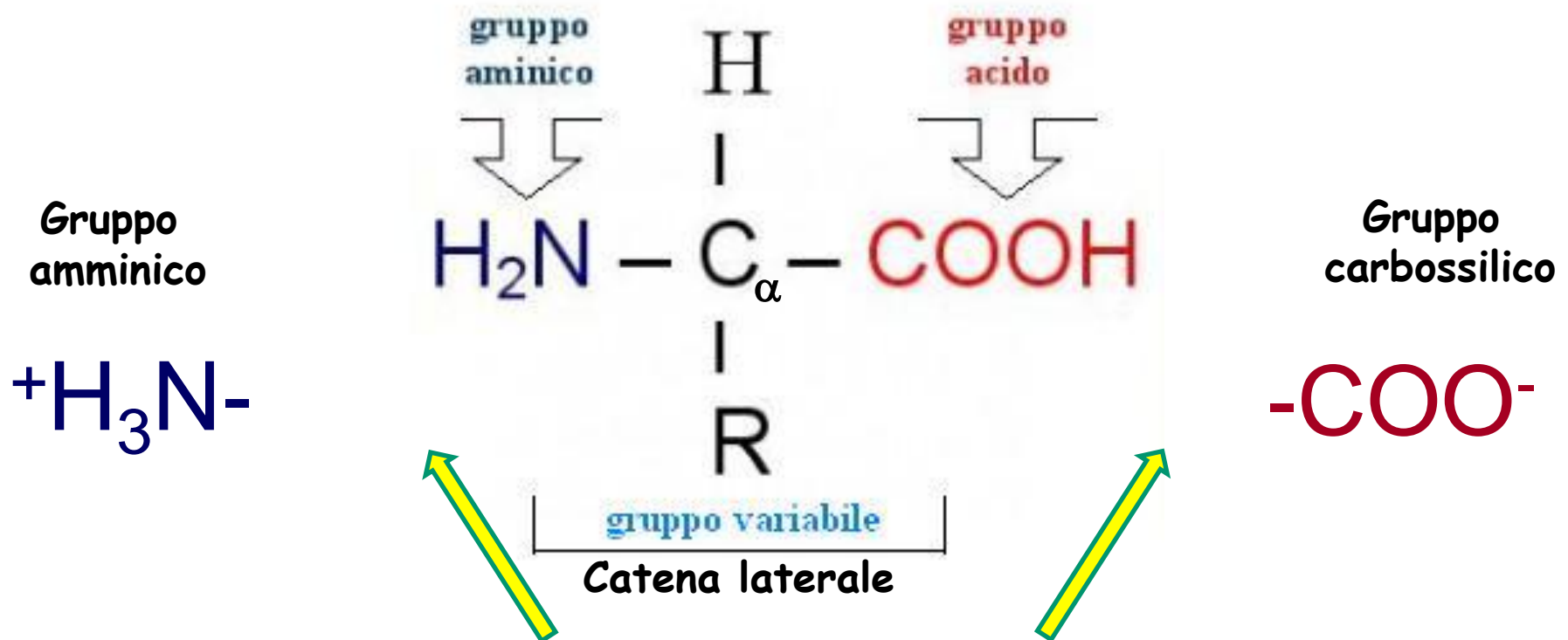
I componenti chimici di una cellula

Le cellule contengono 4 famiglie principali di piccole molecole organiche:



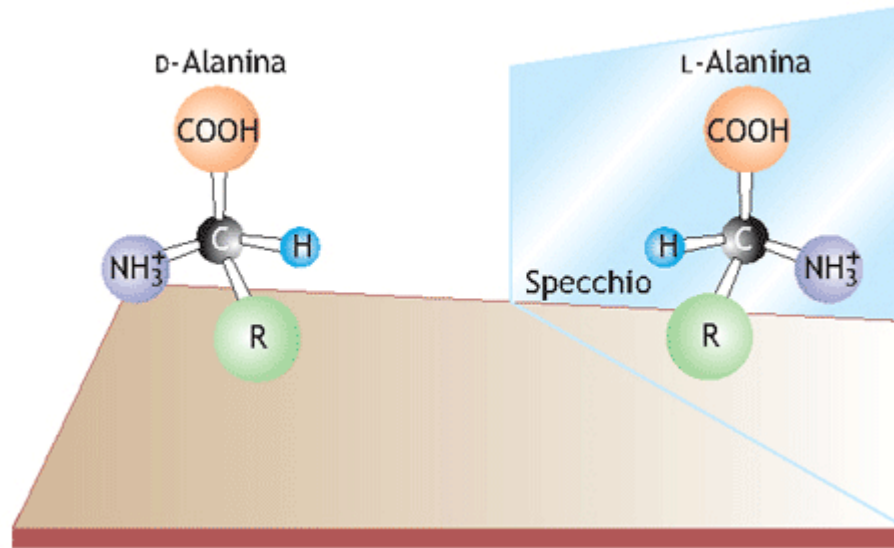
Struttura degli aminoacidi

Gli aminoacidi sono una variegata classe di molecole che hanno alcune proprietà in comune e si distinguono solamente in base alla catena laterale:



A pH fisiologico
 COOH ed NH_2 sono
ionizzati

Stereochimica degli amminoacidi



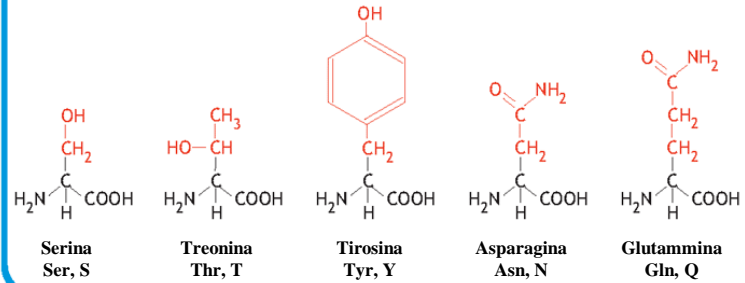
Il C_{α} è legato a 4 diversi sostituenti, pertanto è un atomo di C **asimmetrico**; ciò fa sì che ciascun amminoacido esista in **2 forme isomeriche** (stereoisomeri) che possono essere orientate nello spazio secondo 2 conformazioni: **L e D**, l'una immagine speculare dell'altra (eccezione: la Gly)

Gli aa presenti nelle proteine sono tutti della serie L

Gli amminoacidi costituenti le proteine vengono classificati in 3 gruppi sulla base delle proprietà chimico-fisiche del loro radicale:

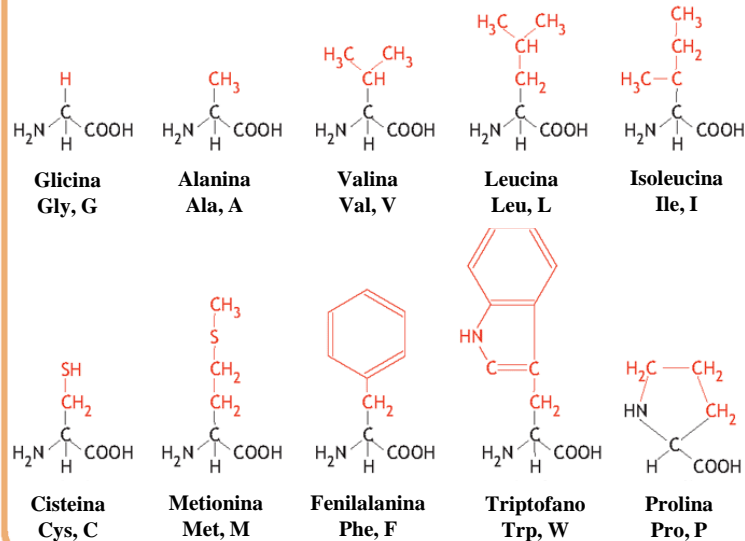
Polari ma privi di carica

Amminoacidi polari privi di carica



Apolari

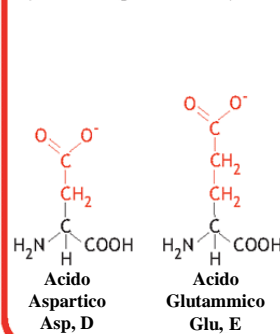
Amminoacidi apolari



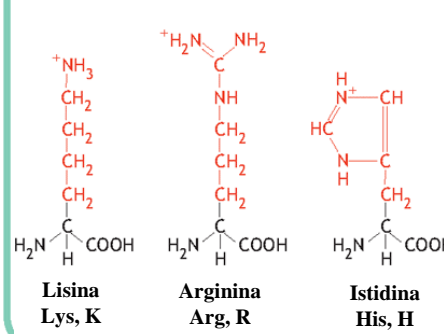
Ionizzabili:

acidi o basici

Amminoacidi acidi (carichi negativamente)



Amminoacidi basici (carichi positivamente)

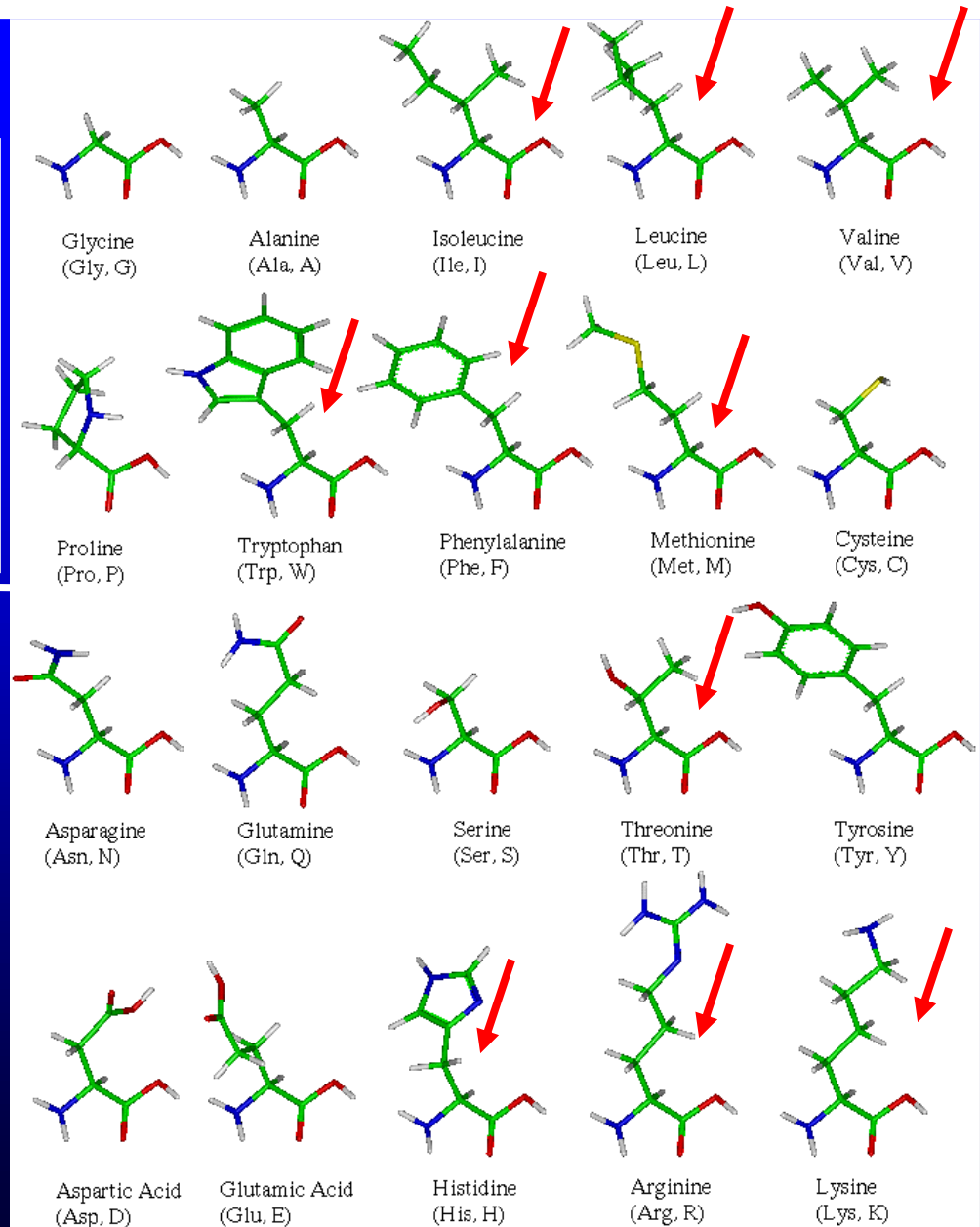


aminoacidi

Le cellule umane e animali partendo da sostanze semplici possono sintetizzarne solo alcuni. Quelli che invece devono essere introdotti con la dieta si chiamano aminoacidi essenziali

questi sono i 20 aminoacidi che si trovano nell'organismo umano e che costituiscono le...

PROTEINE



Amminoacidi essenziali e non essenziali

L'organismo non è in grado di immagazzinare aa

Le cellule traggono elementi necessari alla sintesi di nuove proteine attingendo ad un **pool di amminoacidi** liberi che provengono da:

1. sintesi (aa non essenziali)
2. processi di assorbimento (aa essenziali: devono essere introdotti con la dieta)
3. dalla demolizione di proteine (riciclaggio)

Essenziali

Istidina
Isoleucina
Leucina
Lisina
Metionina
Fenilalanina
Treonina
Tryptofano
Valina

Non essenziali

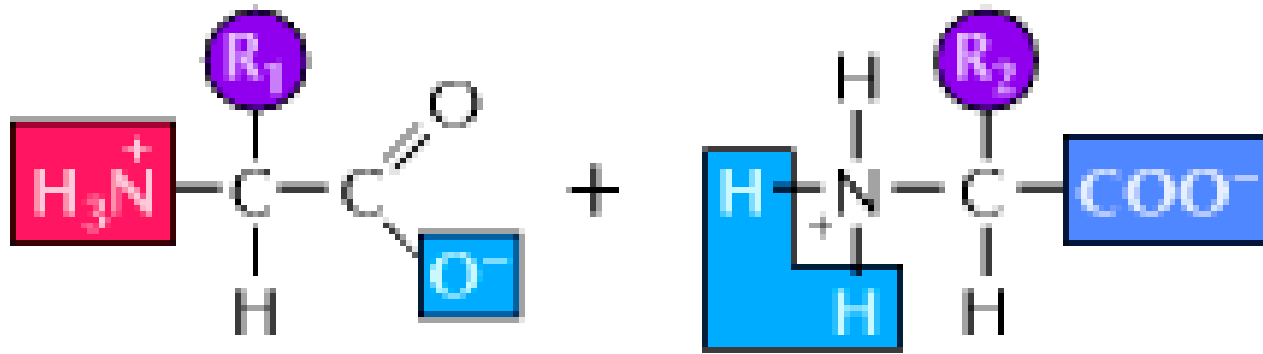
Alanina
Arginina^a
Asparagina
Aspartato
Cisteina
Glutammato
Glutamina
Glicina
Prolina
Serina
Tirosina



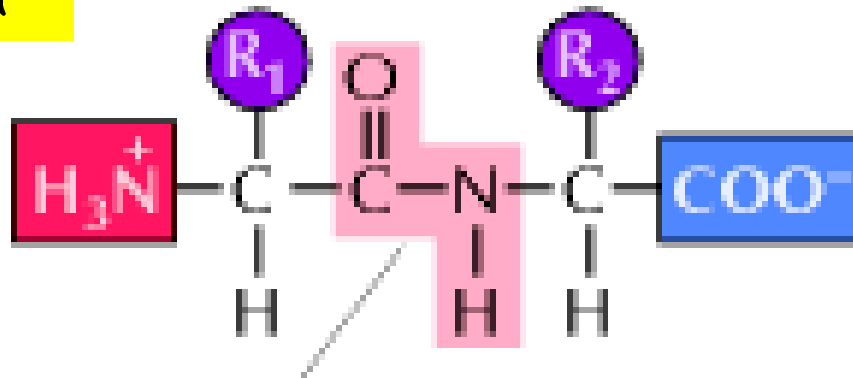
^aArg: non essenziale, ma i bambini in crescita ne devono assumere anche con la dieta

Il legame peptidico

La reazione di condensazione che si realizza tra gli aa per formare i peptidi avviene tra il gruppo COOH del primo aa ed il gruppo NH_2 di quello seguente con perdita di H_2O



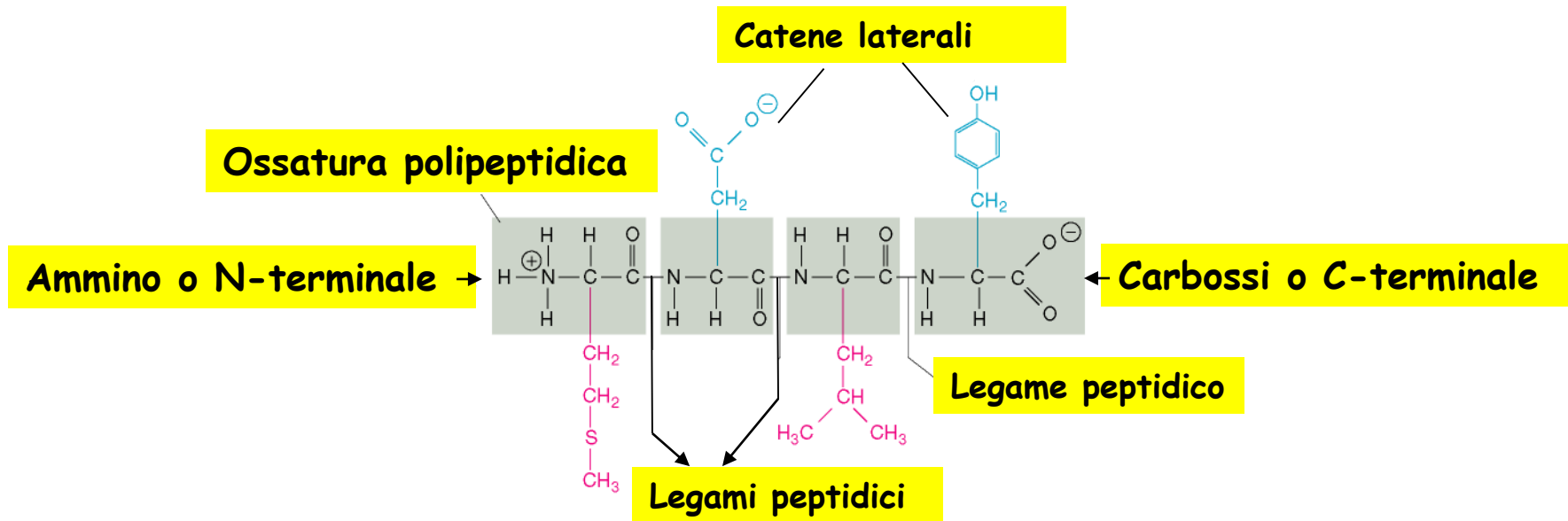
Le proteine sono polimeri di aa che si uniscono con un legame peptidico in una lunga catena



Il legame peptidico è una struttura planare e rigida: non è possibile effettuare rotazioni intorno al legame C-N

Struttura delle proteine

I polipeptidi hanno una precisa direzionalità, cioè una polarità strutturale:



- I polipeptidi sono sintetizzati dall'N-term al C-term
- la seq degli aa viene scritta nello stesso ordine

Organizzazione tridimensionale delle proteine

Le proteine sono **polimeri** di aa che si uniscono con un **legame peptidico** in una lunga catena che non rimane filamentosa, ma si ripiegano assumendo una **struttura tridimensionale** di tipo globulare che presenta una caratteristica conformazione per ognuna di esse.

Le proteine si dispongono in modo da stabilire il **maggior numero di interazioni** con il mezzo circostante, con atomi o gruppi appartenenti alla molecola stessa (interazioni **intramolecolari**) o a molecole circostanti (interazioni **intermolecolari**).

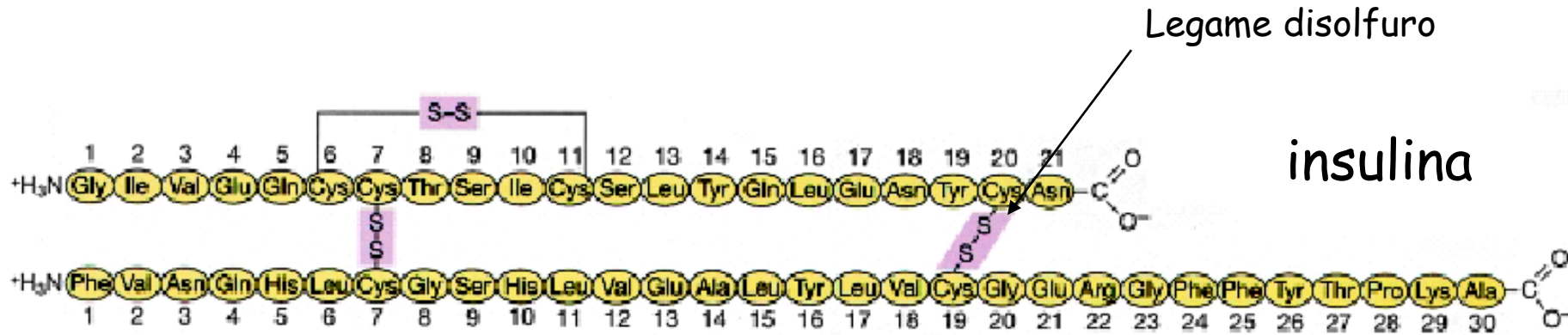
Legami deboli: legami H, interazioni elettrostatiche e forze di Van der Waals

La struttura tridimensionale delle proteine è stata semplificata e scomposta in vari livelli di organizzazione:

- Struttura primaria**
- Struttura secondaria**
- Struttura terziaria**
- Struttura quaternaria**

La struttura primaria delle proteine

è data dalla successione degli aminoacidi che compongono la proteina



La sequenza aa è **unica** per ogni tipo di proteina, e in ogni molecola di quella proteina la seq è rigorosamente **la stessa**

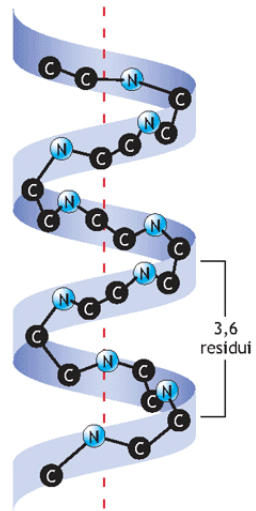
Sono state identificate molte **migliaia** di proteine diverse: ognuna ha una sua propria seq aa

Possono esistere infinite proteine **con identica composizione aa, ma con diversa sequenza**: sono pt diverse

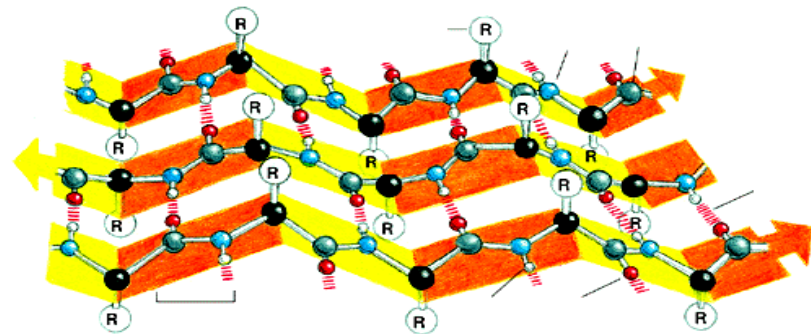
La struttura secondaria delle proteine

Interessa tratti più o meno lunghi di una catena polipeptidica, che assumono un ripiegamento regolare e ripetitivo

Alfa elica



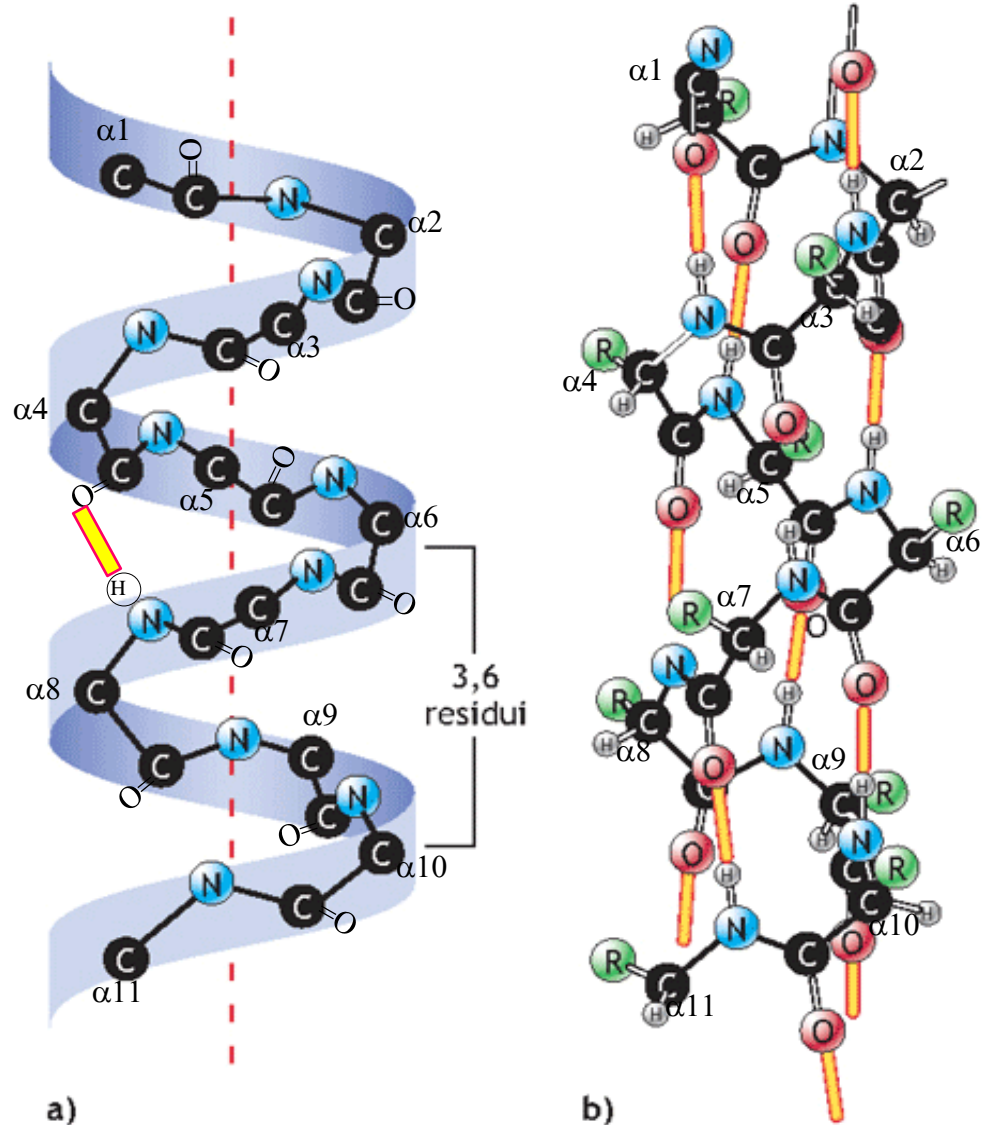
Beta foglietto



Entrambe queste strutture secondarie sono tenute insieme da legami idrogeno fra gruppi NH e CO dei legami peptidici

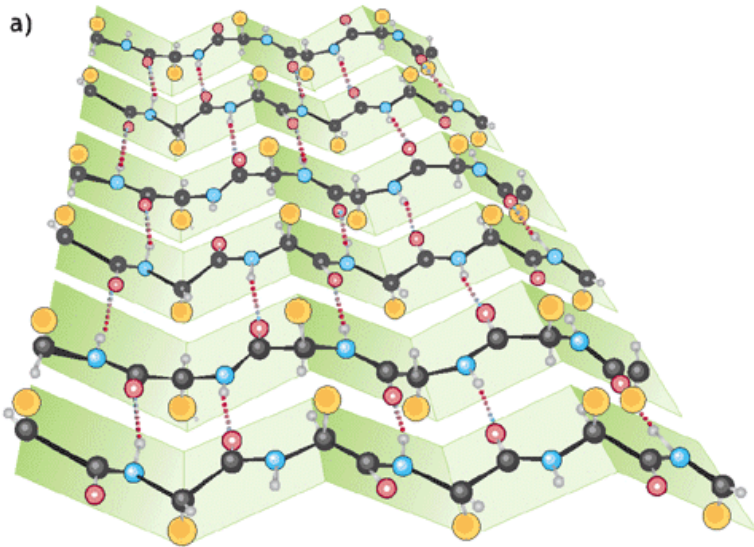
La struttura secondaria delle proteine: Struttura alfa-elica

Un' α -elica si forma quando una regione di una catena polipeptidica si avvolge su se stessa, con il gruppo CO di un legame peptidico che forma un **legame idrogeno** con il gruppo NH di un legame peptidico posto **4 residui più a valle** nella catena polipeptidica lineare



La struttura secondaria delle proteine: Struttura beta-foglietto

Si forma quando diversi filamenti di una catena polipeptidica si dispongono **parallelamente** gli uni agli altri. In ciascun filamento i gruppi NH e CO dei legami peptidici sono rivolti perpendicolarmente rispetto alla direzione della catena e formano legami-H con i gruppi NH e CO dei legami peptidici della catena affiancata. Ogni legame peptidico forma 2 legami-H

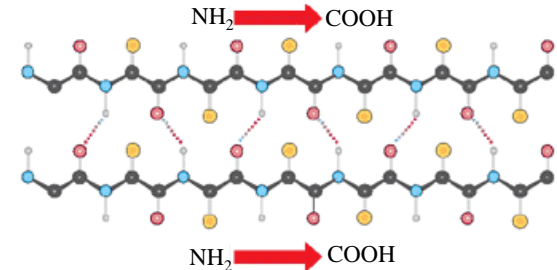


Le catene laterali degli aa sporgono al di sopra o al di sotto delle catene affiancate

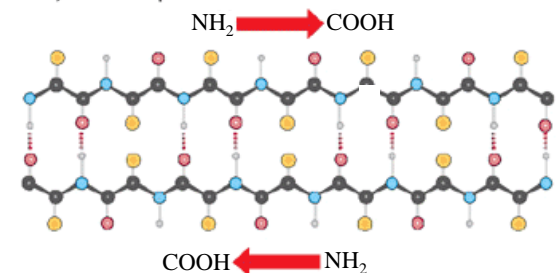
Il β -foglietto si può formare fra parecchi filamenti polipeptidici, che possono essere:

paralleli

antiparalleli

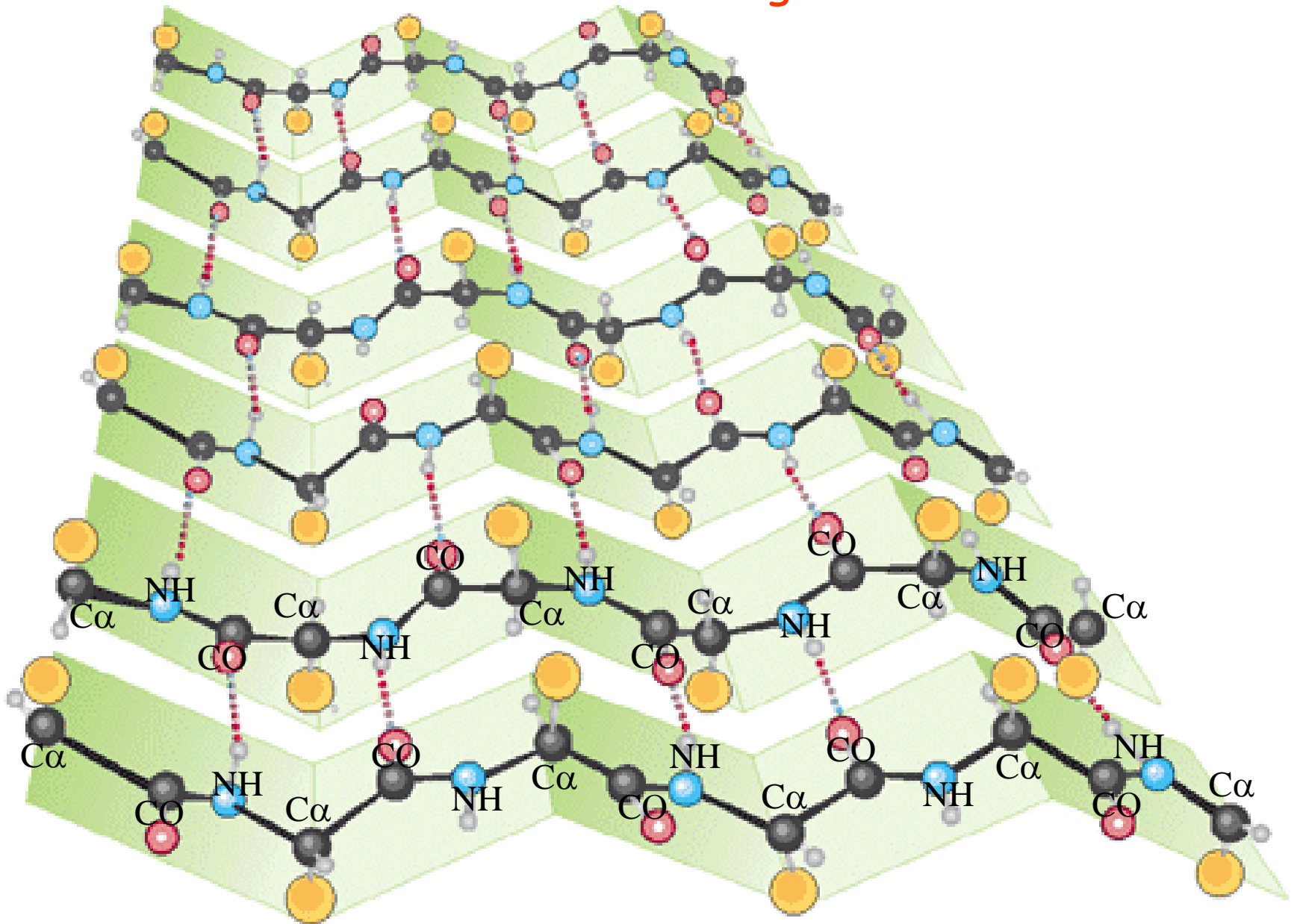


b) catene parallele

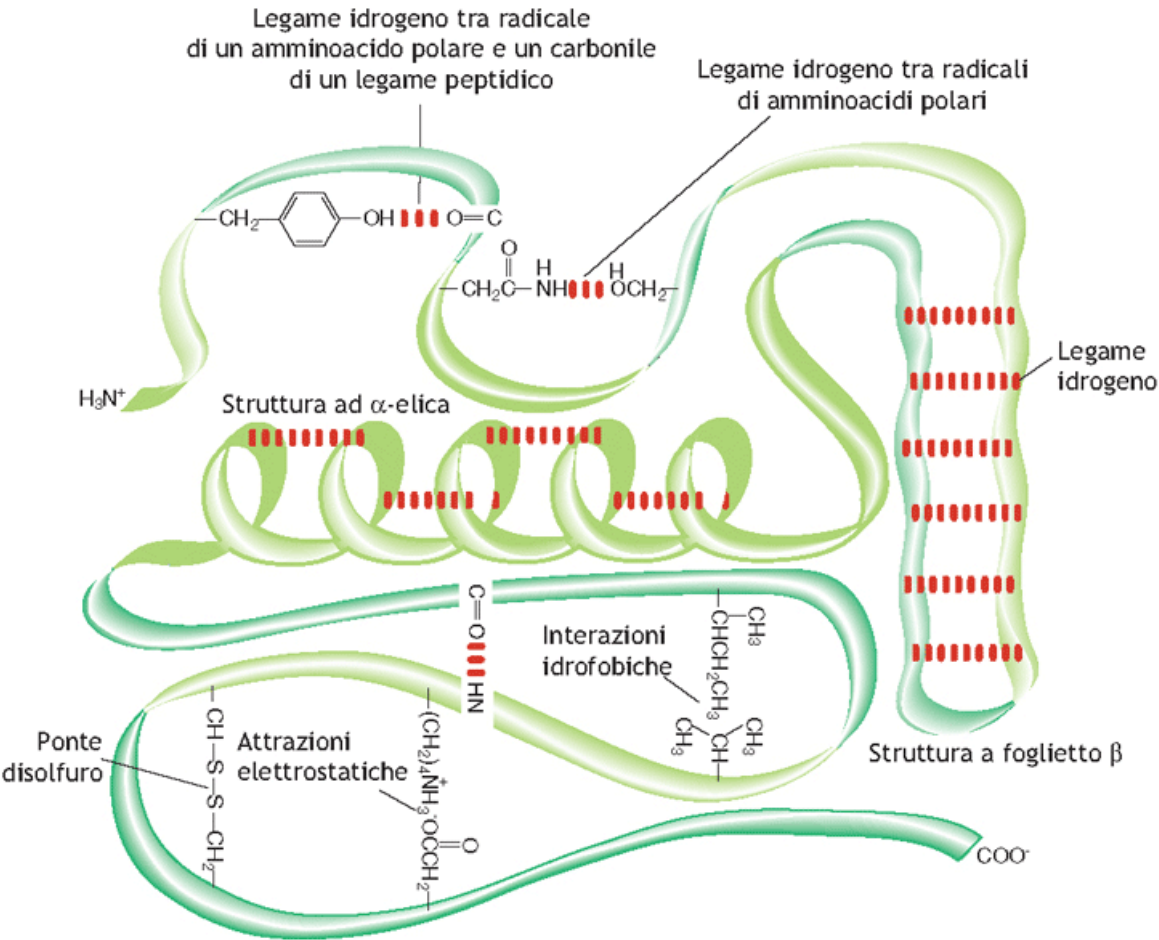


c) catene antiparallele

La struttura secondaria delle proteine: Struttura beta-foglietto



La struttura terziaria delle proteine:



Legami deboli (o ponti disolfuro) fra **catene laterali di aa** che si trovano in regioni diverse della stessa seq primaria

Domini: strutture globulari compatte: unità base della struttura terziaria: combinazioni di α -elica e β -foglietto, connesse da regioni ad ansa: unità **funzionali** e strutturali della pt.

Pt con funzioni simili hanno domini simili

Il ripiegamento della pt non è casuale, è dettato dalla struttura primaria e dall'ambiente esterno:

- aa **apolari** nella parte interna (forze di van der Waals)
- aa **polari** esposti alla superficie (interazioni con H_2O)

Contrario per le proteine di membrana

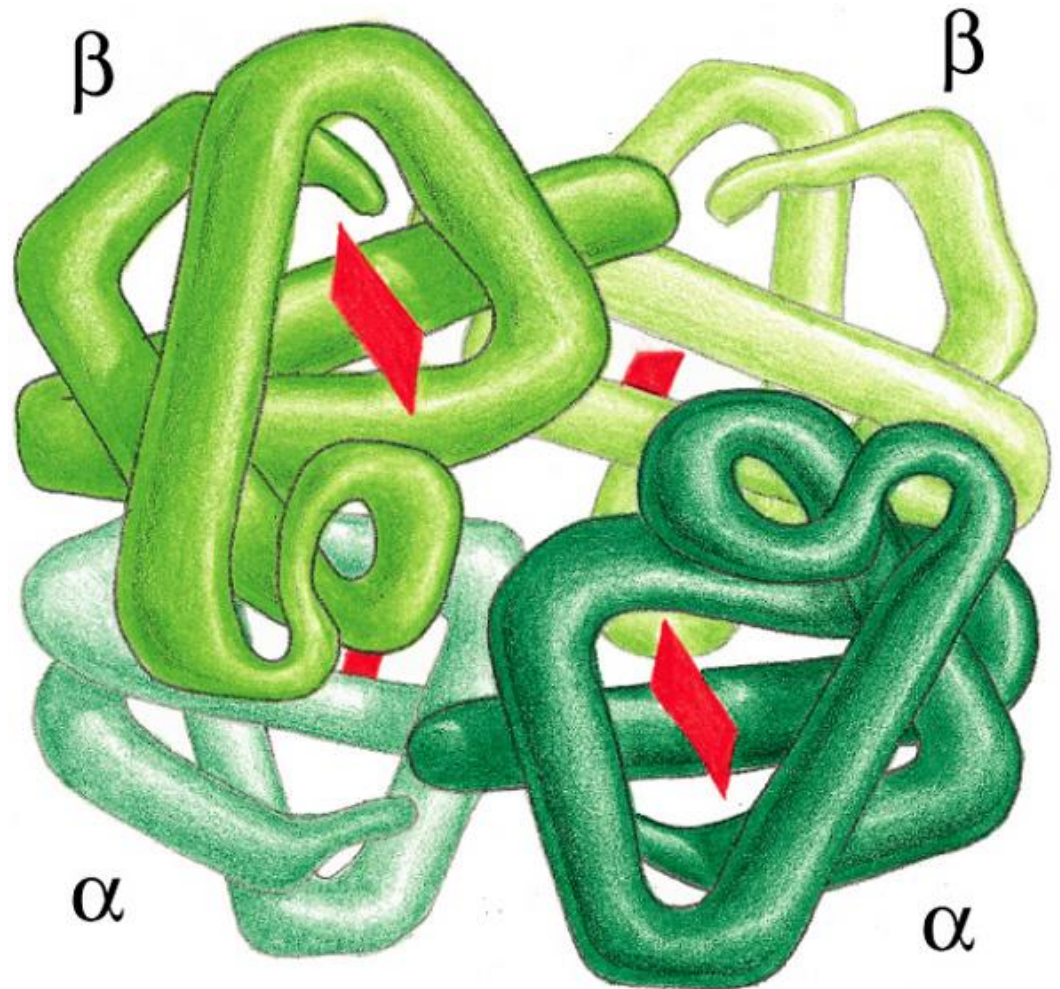
La struttura quaternaria delle proteine

La struttura quaternaria consiste nelle **interazioni fra catene polipeptidiche diverse** in proteine composte da più di un polipeptide. L'associazione delle diverse catene è guidata dalla **stessa logica** che ha consentito il raggomitolamento nella struttura terziaria:

- legami deboli
- ponti disolfuro
- aa apolari e aa polari

Emoglobina:

Eterodimero costituito dall'aggregazione di 4 subunità uguali a 2 a 2.



La struttura delle proteine

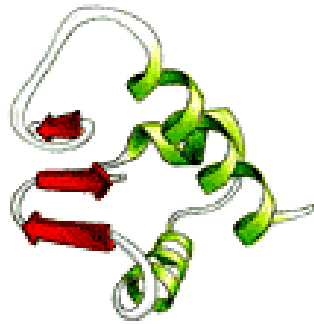
I TRE LIVELLI DI ORGANIZZAZIONE DI UNA PROTEINA

DOMINIO PROTEICO:

è l'unità strutturale base di una proteina. Il nucleo di ciascun dominio è composto in gran parte da una serie di foglietti β o a eliche o da un misto delle due a strutture.



foglietto β



dominio



subunità proteica (monomero)



molecola proteica (dimero)

proteina CAP

struttura secondaria

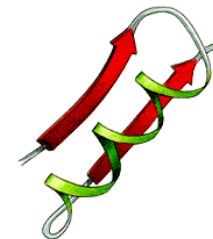
struttura terziaria

struttura quaternaria

MOTIVI COMUNI NELLE PROTEINE



motivo a forcina beta



motivo beta-alfa-beta

Denaturazione e rinaturazione di una proteina

Il riscaldamento e il trattamento con un riducente disgregano la conformazione nativa denaturando la proteina

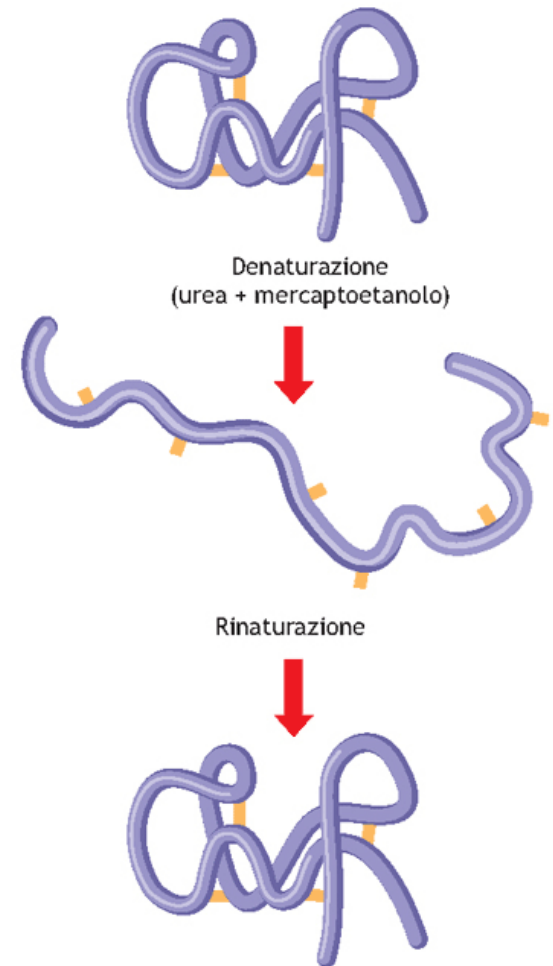
Agenti denaturanti:

- Fisici: calore, radiazioni
- Chimici: pH, urea, guanidina, ecc

Rompono i legami che stabilizzano le strutture **secondaria, terziaria e quaternaria**: si modifica la struttura tridimensionale senza modificare la seq aa

La denaturazione causa la **scomparsa dell'attività biologica** della proteina, ciò evidenzia chiaramente il legame tra attività biologica e struttura tridimensionale

La **rinaturazione** si accompagna alla ricomparsa di tutte le proprietà della proteina nativa, compresa l'attività biologica

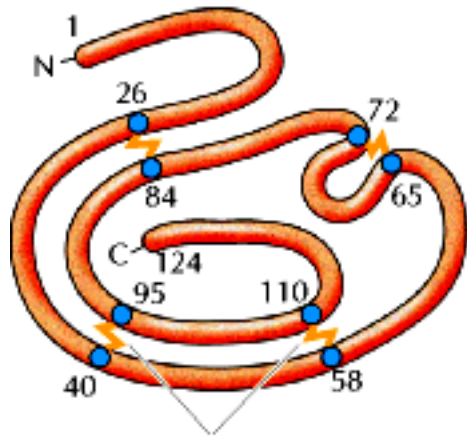


Le proteine

Rinaturazione e ripiegamento delle proteine

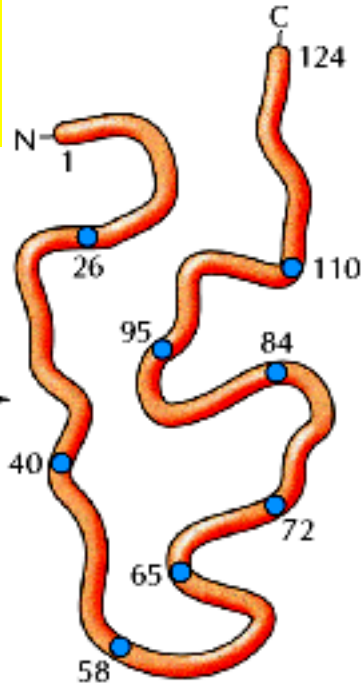
Il riscaldamento e il trattamento con un riducente che rompe i legami disolfuro disgregano la conformazione nativa denaturando la proteina

Se la Rnasi denaturata viene poi riportata in condizioni native si ripiega spontaneamente nella sua conformazione nativa

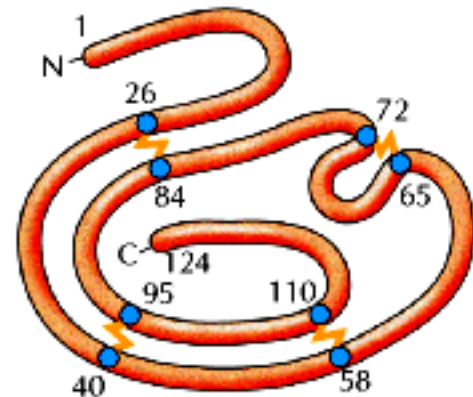


Legami disolfuro

RNasi nativa



RNasi denaturata



RNasi nativa

La ribonucleasi (RNasi)

FUNZIONI DELLE PROTEINE (*proteios = di primaria importanza*)

Le cellule sono sostanzialmente formate da elementi proteici che costituiscono la maggior parte della loro **massa**, insieme all'acqua

Tuttavia le proteine non danno solo la forma e la struttura della cellula, ma eseguono anche quasi tutte le sue **funzioni**

1. **Enzimi** catalizzatori che accelerano la velocità delle reazioni chimiche
2. **Proteine strutturali** pt del citoscheletro, collagene, elastina, cheratina ecc.
3. **Carriers** proteine di trasporto inserite nella membrana citoplasmatica
4. **Proteine contrattili** assicurano la motilità delle cellule e degli organismi
5. **Ormoni proteici** es. ormoni ipotalamici, ipofisari, PTH, CT, insulina, glucagone
6. **Proteine di trasporto** es emoglobina del sangue
7. **Anticorpi** principale sistema di difesa degli organismi
8. **Proteine di deposito** deposito di materia o di energia (es, ovalbumina, caseina) o di particolari sostanze (la ferritina, deposito di ferro).
9. **Tossine**

Le proteine costituiscono lo *hardware* delle cellule.

Le macromolecole - proteine

Tra le 4 famiglie principali di piccole molecole organiche contenute nelle cellule, ora trattiamo gli **amminoacidi**.

Unendo semplicemente gli **amminoacidi** con **legami peptidici** (covalente) in **lunghe catene** si formano le macromolecole cellulari denominate **proteine**

Le **reazioni chimiche** con cui vengono aggiunti gli **amminoacidi** alle **proteine** presentano importanti **caratteristiche comuni** alla polimerizzazione delle altre macromolecole (polisaccaridi, acidi nucleici).

La **proteina** si allunga applicando un nuovo **amminoacido** all'estremità di una catena polimerica in crescita mediante una **reazione di condensazione**, in cui una molecola di **H₂O** viene eliminata per ogni aminoacido aggiunto

In tutti i casi la reazione è catalizzata da **enzimi** che garantiscono l'incorporazione esclusiva **dell'amminoacido del tipo giusto**

Le macromolecole - proteine

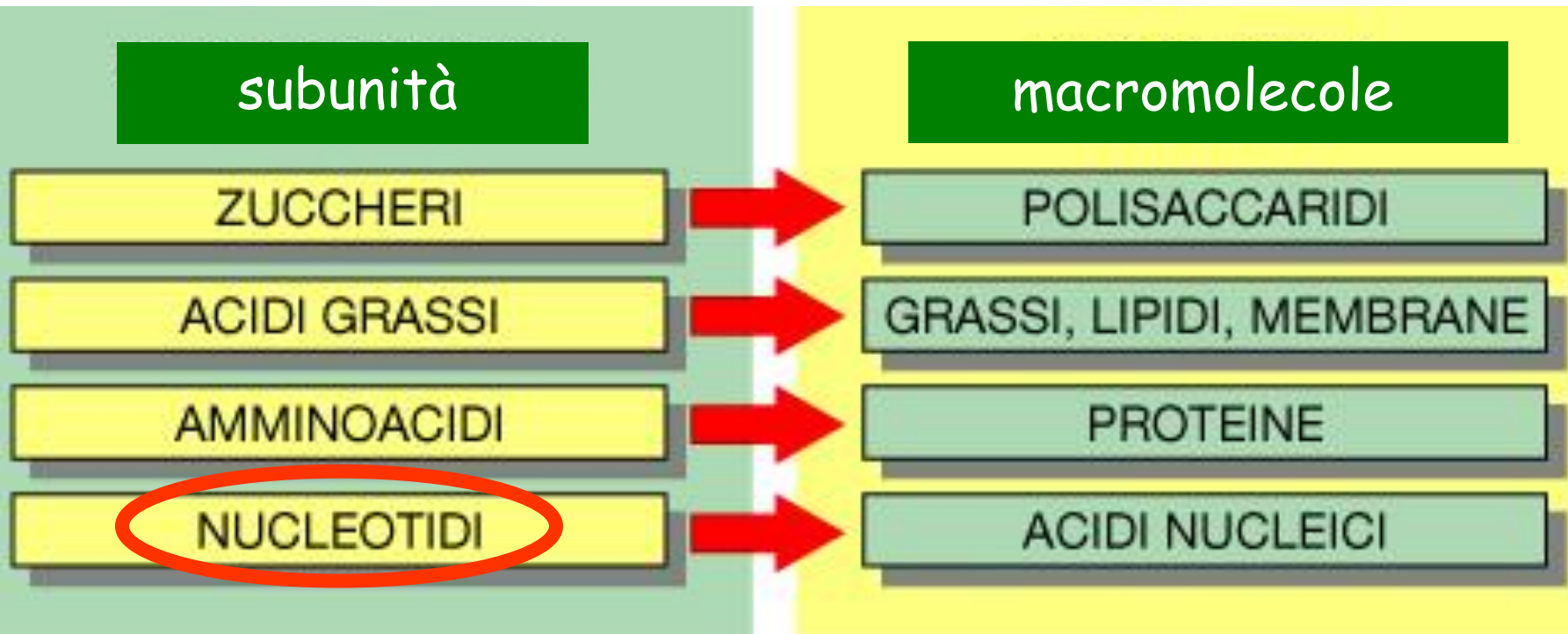
La polimerizzazione, un **amminoacido** alla volta, in una catena lunga è un **procedimento semplice per fabbricare una molecola grande e complessa**, dato che ogni elemento viene ad aggiungersi grazie alla stessa reazione eseguita ripetutamente dalla stessa batteria enzimatica

Le **proteine** vengono sintetizzate impiegando **20 amminoacidi leggermente diversi tra loro**; inoltre nella catena polimerica le subunità non vengono montate a caso, ma in un ordine particolare: **la sequenza amminoacidica**

La funzione biologica delle **proteine** dipende rigidamente dalla **specificità della sequenza delle subunità** nella catena lineare. Per questo l'apparato che polimerizza deve sottostare a un **controllo molto fine** e determinare con esattezza la subunità da collocare volta per volta nel polimero in crescita

I componenti chimici di una cellula

Le cellule contengono 4 famiglie principali di piccole molecole organiche:



FINE

Regolazione dell'attività biologica delle proteina

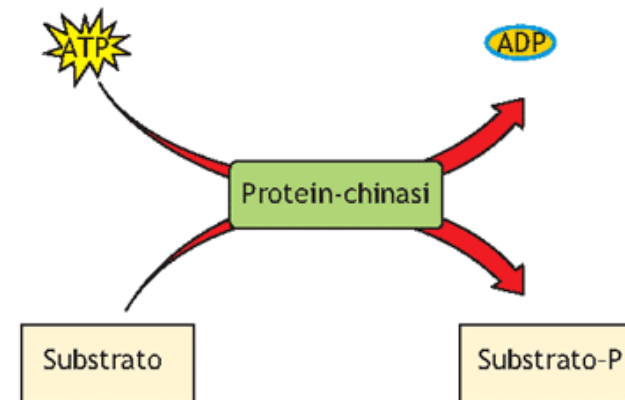
Nella cellula l'attività delle proteine deve essere finemente regolata attraverso diversi meccanismi. Vediamo 2 esempi:

1. Regolazione allosterica: Un **effettore allosterico**, composto chimico a basso PM si lega al **sito allosterico** della proteina e ne causa la **transizione allosterica** dalla conformazione attiva a quella inattiva



2. Regolazione per modificazione covalente:

Una protein-chinasi fosforila la proteina, causando la transizione dalla conformazione attiva a quella inattiva



Il ruolo centrale degli enzimi come catalizzatori biologici

Il compito fondamentale delle proteine è quello di agire da **enzimi**: catalizzatori che aumentano la velocità di quasi tutte le reazioni chimiche che avvengono all'interno delle cellule.

Gli enzimi accelerano la velocità di reazione di più di un milione di volte, così che reazioni che richiederebbero anni in assenza di catalisi possono avvenire in frazioni di secondo se catalizzate dall'enzima appropriato.

