

## INTRODUZIONE - MACROMOLECOLE

### 1) TIPI DI LEGAMI CHIMICI E INTERAZIONI

- Il comportamento chimico di un atomo è determinato dal numero e dalla disposizione degli e<sup>-</sup> di valenza (e<sup>-</sup> presenti nel suo ultimo livello energetico).

Il guscio di valenza di **tutti** gli atomi è completo, stabile, se contiene **8 e<sup>-</sup>**.

Fanno eccezione **H** e **He** il cui guscio di valenza è completo quando contiene **2 e<sup>-</sup>**.

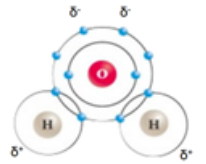
- Gli atomi formano i legami al fine di completare il guscio di valenza.
- I tipi principali di legami chimici sono:

- **LEGAME COVALENTE:** più stabile, più forte, gli atomi che prendono parte al legame condividono una coppia di e<sup>-</sup> che quindi orbitano non solo in un atomo ma in entrambi gli atomi legati.

A seconda del valore dell'elettronegatività (*capacità di attrarre gli e<sup>-</sup> da parte di un nucleo, dipende da quanti p<sup>+</sup> ci sono e da quanto questi sono condivisi nel leg.*) degli atomi, il leg. covalente si distingue in:

- **polare**, in cui i due atomi coinvolti hanno elettronegatività diversa, in particolare gli e<sup>-</sup> orbitano intorno/saranno attratti dall'atomo con elett. maggiore. Si creano così delle **cariche parziali δ<sup>+</sup> e δ<sup>-</sup>**
- **apolare**, che si instaura tra due atomi identici (es. H<sub>2</sub>)

es. H<sub>2</sub>O, molecola polare, in cui l'O che ha 6 e<sup>-</sup> nel guscio di valenza, completa il suo otetto condividendo 2 e<sup>-</sup> con gli H (1 di ciascuno); l'H è meno elettronegativo perciò sull'O avremo così due δ<sup>-</sup> e su ciascun H avremo una δ<sup>+</sup> (gli e<sup>-</sup> quindi orbiteranno maggior tempo sull'O)



- **LEGAME IONICO:** si instaura tra due atomi che hanno perso o acquisito un e<sup>-</sup>.

Una particella con cariche elettriche è detta **ione**.

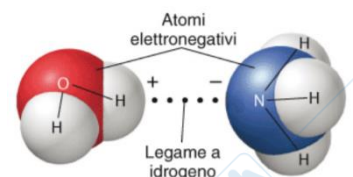
- Un atomo che ha 1,2 o 3 e<sup>-</sup> nel guscio di valenza tende a cederli ad altri atomi diventando uno ione positivo o **catione**.
- Un atomo che ha 5,6 o 7 e<sup>-</sup> nel guscio di valenza tende ad accettare da altri atomi diventando uno ione negativo o **anione**.

- **LEGAMI DEBOLI:** - **forze di Van der Waals**, sono delle vere e proprie forze elettrostatiche che agiscono su distanze molto brevi e che si instaurano tra molecole polari in maniera temporanea, data la grande mobilità degli e<sup>-</sup>. Anche le molecole elettricamente neutre possono sviluppare regioni con deboli cariche + e -, in conseguenza al fatto che gli e<sup>-</sup> sono in cost. movimento: molecole adiacenti possono pertanto interagire mediante regioni con carica temporanea opposta.

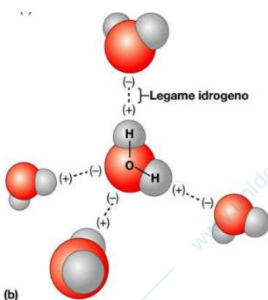
- **interazioni idrofobiche**, si instaurano fra molecole apolari quando queste si "ripiegano" per minimizzare l'interazione con la superficie dell'acqua.

- **LEGAME A IDROGENO:** importante nelle interazioni fra macromolecole, si forma tra un atomo di H legato covalentemente ad atomi con parziale carica negativa (F, N, O). Viene indicato con una linea tratteggiata che unisce l'H all'altro elemento.

A livello biologico è molto importante all'interno del DNA in quanto tra le basi azotate si formano legami a H (A=T e C≡G).



### 2) L'ACQUA



- Le particolari proprietà chimiche e fisiche dell'acqua hanno consentito la comparsa degli esseri viventi sulla terra, la loro sopravvivenza e la loro evoluzione. Il **70%** del peso corporeo è costituito da essa e inoltre molte cellule dipendono da un ambiente extracellulare che è essenzialmente acquoso.

Vi sono anche altri organismi la cui % di acqua è maggiore (es. 90% meduse e altre piante acquatiche).

- Inoltre, è una molecola polare con δ<sup>+</sup> e δ<sup>-</sup> e i legami tra gli atomi di H e l'atomo di O sono legami a H. Può formare un totale di 4 legami a H.

- Le proprietà dell'acqua sono le seguenti:

→ **ALTA POLARITA'**

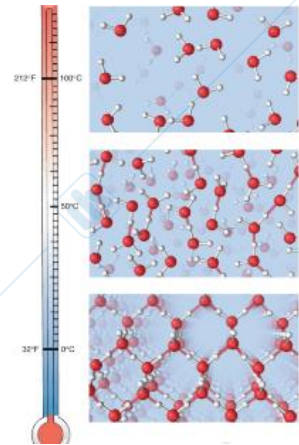
→ **COESIONE**: tendenza dell'acqua a reagire e formare leg a H con altre molecole d'acqua

→ **3 STATI FISICI**: rispetto ad altri solventi, essa risponde diversamente alle variazioni di T, grazie ai leg a H.

a. **Gassoso**

b. **Liquido**: i legami si formano e si rompono continuamente con un'emivita di pochi sec., le molecole sono più vicine (è più densa);

c. **Solido**: i legami delle particelle di acqua sono 4 e sono molto stabili, la struttura è ordinata, esagonale e cristallina e meno densa del liquido (questo perché nei cristalli di ghiaccio le molecole di acqua si trovano più lontane, il ghiaccio infatti galleggia sull'acqua liquida)



→ **ELEVATO CALORE SPECIFICO**: l'acqua ha un'elevata capacità di stabilizzare la T perché ha un elevato calore specifico ( $1 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$ ), ovvero la *quantità di Q che 1 gr di sostanza deve assorbire per aumentare di 1 °C la sua T*; perciò se il c.s., l'energia da fornire per variare la T di 1 °C dovrà essere maggiore. Questo è dovuto al fatto che la maggior parte dell'energia che forniamo all'acqua viene utilizzata per rompere i leg a H delle molecole d'acqua.

→ **ALTO CALORE DI VAPORIZZAZIONE**: si devono rompere molti legami perché l'acqua evapori, l'evaporazione raffredda la superficie del corpo.

→ **ADESIONE**: l'acqua interagisce molto bene con molecole polari e ciò spiega l'elevata **tensione superficiale** che fa sì che molti insetti possano muoversi sulla superficie di uno stagno senza affondare e la capacità di risalire lungo dei piccoli capillari (**azione capillare**) anche contro gravità, fondamentale per le piante che possono ricavare acqua e nutrienti, attraverso le radici.

→ **OTTIMO SOLVENTE**: un solvente è un composto all'interno del quale posso essere sciolte e trasportate molte molecole, è la capacità di solubilizzare molti soluti; l'acqua, in particolare, è capace di solubilizzare soluti polari e ioni, soluti detti **IDROFILI** (gruppo ossidrilico, carbonilico, carbossilico e amminico).

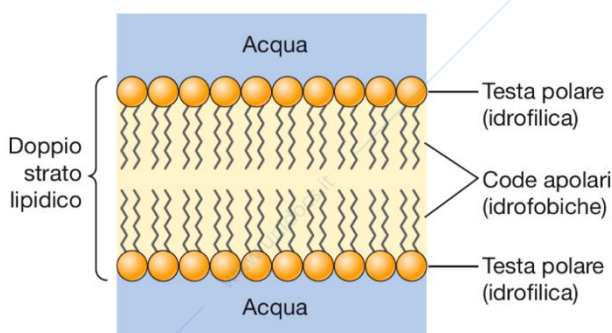
es. sale NaCl, l'acqua agisce sulla superficie del solido e interagisce con le cariche parziali positive e negative rispettivamente con gli ioni  $\text{Cl}^-$  e gli ioni  $\text{Na}^+$

Se non sono affini all'acqua vengono chiamati **IDROFOBICI**, rifiutano il contatto con l'acqua e anche se fossero in una soluzione acquosa tenderebbero a formare tra loro delle **interazioni idrofobiche** per minimizzare il contatto con l'acqua.

### 3) LE MEMBRANE

La cellula è separata dall'ambiente extracellulare dalle **membrane plasmatiche**.

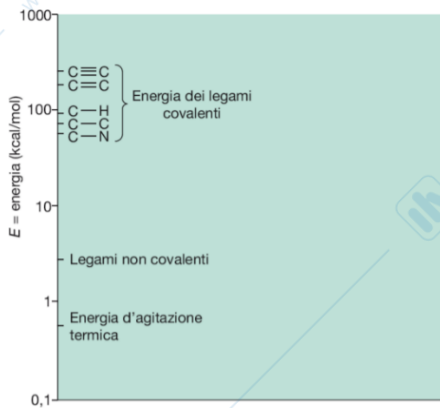
Queste sono formate da un **doppio strato di fosfolipidi** che presentano una **testa polare idrofila** e una coda apolare idrofobica.



In un ambiente acquoso i fosfolipidi tendono a reagire in modo da minimizzare le interazioni delle code con l'acqua. Il fatto che le code siano idrofobiche è alla base della selettività della membrana plasmatica e della sua **semipermeabilità**: non tutte le molecole disciolte nell'ambiente cellulare o nell'ambiente extracellulare possono attraversare spontaneamente la membrana, data la presenza del "**cuore idrofobico**" con cui possono non avere affinità.

#### 4) ORGANIZZAZIONE GERARCHICA IN BIOLOGIA

- Tutte le molecole biologiche sono **macromolecole** il cui scheletro è costituito da atomi di **C**, componente principale di tutti i composti organici.



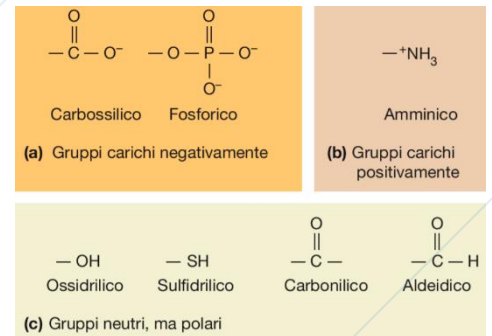
Il C può formare 4 leg. covalenti: nel guscio di valenza possiede **4 e<sup>-</sup>** perciò per completare l'ottetto ne mancano altri 4. Può formare legami con H e con altri C singoli, doppi o tripli (il legame C-C è covalente e molto stabile) che nello spazio assumono una struttura tetraedrica.

**Energia di legame** è la quantità di energia necessaria per rompere 1 mol di questi legami ed è espressa in  $\frac{cal}{mol}$  dove la caloria è la quantità di energia per far aumentare di 1 °C la T di 1 g di acqua.

Nel grafico l'asse delle ordinate presenta una scala log perché dai legami non covalenti a quelli covalenti vi è un'elevata diversità di en.

- Oltre alla stabilità, il C garantisce una notevole **variabilità di struttura**, consente la formazione di lunghe **catene di C** molto lunghe e resistenti. Possono dar luogo agli **idrocarburi** (molecole apolari, insolubili in H<sub>2</sub>O che interagiscono attraverso interazioni idrofobiche) lineari, ramificate o anelli.

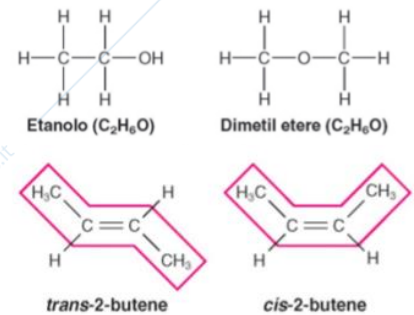
Gli idrocarburi possono essere resi solubili grazie ai legami con g. funzionali che determinano appunto la solubilità in acqua e la reattività dei composti di cui fanno parte!!!



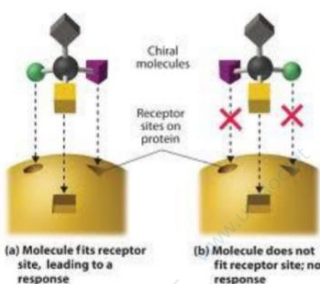
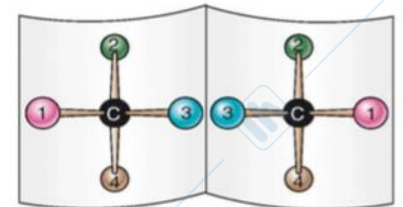
#### 4a) ISOMERI

Il C può dare origine a ISOMERI: composti con stessa formula bruta/molecolare, stessi n° di atomi dello stesso tipo, ma con diversa struttura, arrangiamento e proprietà fisiche. Si dividono in:

- Isomeri strutturali**: molecole con la stessa formula bruta ma differiscono per il loro arrangiamento (ordine in cui gli atomi sono legati) covalente dei loro atomi;
- Isomeri geometrici (cis e trans)**: hanno legami covalenti identici ma differiscono nell'ordine in cui i gruppi sono arrangiati nello spazio, in particolare presentano dei doppi legami che, poiché non sono flessibili come quelli singoli, gli atomi di C del = leg non sono in grado di ruotare liberamente intorno all'asse di legame. In cis avremo i gruppi dallo stesso lato del = leg, in trans dal lato opposto.
- Enantiomeri/stereoisomeri**: se a un atomo di C vi sono legati 4 differenti atomi sono possibili due differenti configurazioni spaziali, una l'immagine speculare dell'altra dette enantiomeri o stereoisomeri. In questo modo l'atomo di C è definito **asimmetrico**.



(b) Isomeri geometrici o cis-trans. Hanno legami covalenti identici, ma differiscono nell'ordine in cui i gruppi sono arrangiati nello spazio.



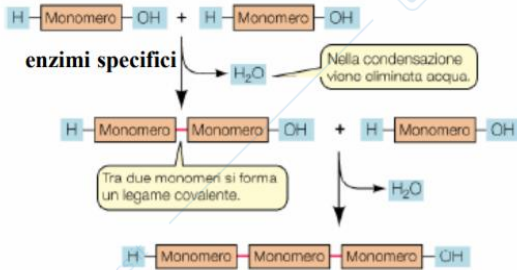
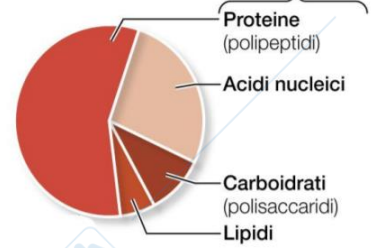
In foto a sn, abbiamo un es. di come in biologia vengono riconosciuti due enantiomeri; in particolare è mostrato come la molecola in questione possa legarsi al **recettore** (che presenta dei siti per il ligando) solo se presente in uno dei due enantiomeri.

## MACROMOLECOLE

Le macromolecole sono:

- **PROTEINE**: macromolecole più abbondanti (+50%), hanno moltissime funzioni vitali
- **ACIDI NUCLEICI**: DNA e RNA, mantenimento e trasmissione dell'informazione genetica
- **CARBOIDRATI**: riserve energetiche e ruolo strutturale
- **LIPIDI**: riserve energetiche e ruolo strutturale

Quattro tipi di macromolecole sono presenti approssimativamente nella stessa proporzione in tutti gli esseri viventi.



Le macromolecole sono

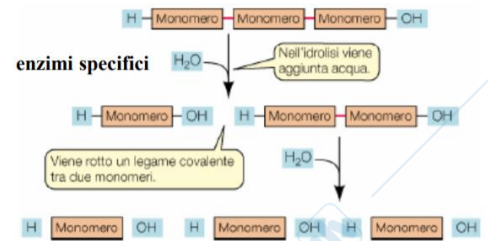
formate da **polimeri** (esclusi i lipidi) formate a sua volta dall'unione di composti organici più piccoli, **monomeri**.

I monomeri si uniscono per dare luogo ai polimeri grazie a una **reazione di condensazione** in cui viene eliminata  $H_2O$ , catalizzata da **enzimi specifici**. Questo processo porta alla formazione di polimeri che possono avere dimensioni + o - elevate.

La sequenza dei monomeri è molto importante nelle proteine e negli acidi nucleici per la funzione della molecola stessa.

I polisaccaridi invece sono spesso costituiti da un mono-disaccaride che si ripete in modo monotono.

I polimeri possono essere anche degradati attraverso una **reazione di idrolisi** in cui viene acquistata  $H_2O$ , catalizzata da **enzimi specifici**.

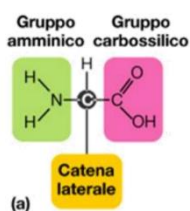


## PROTEINE

Le **proteine** rappresentano più del 50% delle macromolecole, sono costituite da aminoacidi, sono molto versatili e hanno una variabilità di funzione molto elevata tra cui:

- formano **enzimi**
- proteine strutturali**, ruolo strutturale
- p. di mobilità**, es. contrazione muscolare tra miosina e actina o mobilità all'interno della cellula
- p. regolatrici**, es. recettori e ligandi
- p. trasportatrici**, es. emoglobina che trasporta  $O_2$  nel sangue
- p. ormonali**, es. ormoni come l'insulina
- p. recettoriali**
- p. di difesa**, es. anticorpi
- p. di immagazzinamento**, es. ferritina (proteina citoplasmatica) che accumula il Fe all'interno della cellula

### 1) AMINOACIDI



I monomeri che costituiscono le proteine sono gli **aminoacidi**.

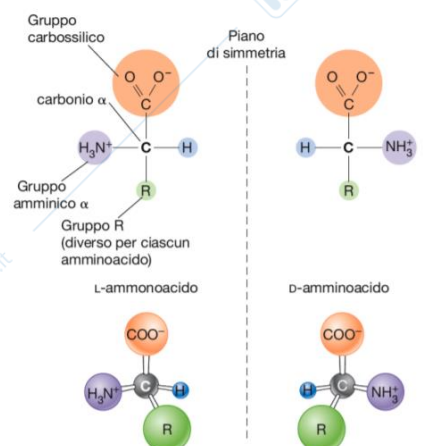
Questi sono costituiti da un **C  $\alpha$  - centrale** che forma 4 leg covalenti con un **g. amminico**, **g. carbossilico**, un **H** e una **catena laterale**. Sia g. amm. che g. carb sono ionizzati a pH cellulare (7,3-7,4) perciò gli aminoacidi sono altamente solubili.

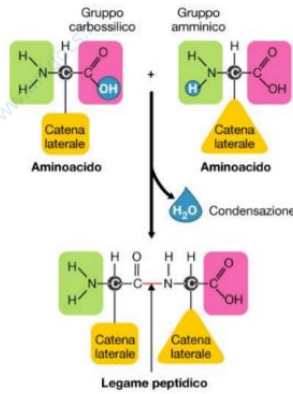
Ciò che varia è la catena laterale che identifica l'amminoacido stesso.

Esistono **20 aminoacidi** identificati da 20 diverse catene laterali.

Vi è una eccezione per quanto riguarda la glicina che non ha catena laterale ma ha due atomi di H.

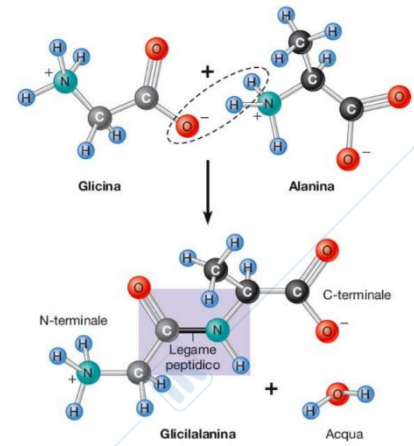
Possono esistere due enantiomeri dei vari aminoacidi **L** e **D** ma in biologia abbiamo una specificità per quello L.





### 1a) LEGAME PEPTIDICO

Attraverso la *reazione di condensazione* di due aminoacidi avremo la formazione di un dipeptide in cui i due aminoacidi sono legati da un legame covalente detto **legame peptidico**. Questo legame si instaura tra il C del **g. carbossilico** di un aminoacido e l'N del **g. amminico** dell'altro.

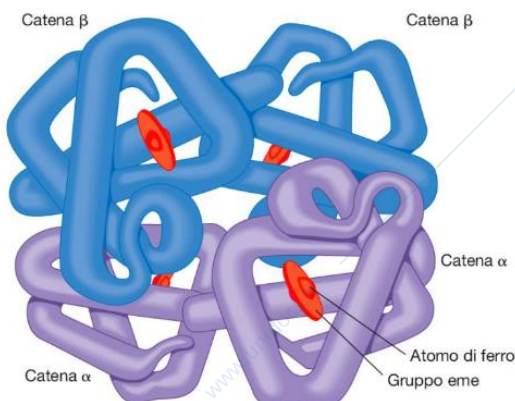


### 1b) TIPI DI AMINOACIDI

I batteri e le piante riescono a sintetizzare tutti gli aminoacidi mentre gli animali no. Gli aminoacidi *essenziali* sono quelli che non vengono sintetizzati dal nostro organismo e devono *essenzialmente* essere assunti con la dieta.

Caratteristica	Aminoacido	Sigla
<b>Apolari</b> (idrofobi): le catene laterali tenderanno a formare una struttura tale da minimizzare l'interazione con l'ambiente acquoso	Glicina	Gly
	Alanina	Ala
	Valina ( <i>essenziale</i> )	Val
	Leucina ( <i>essenziale</i> )	Leu
	Metionina ( <i>essenziale</i> )	Met
	Fenilalanina ( <i>essenziale</i> )	Phe
	Triptofano ( <i>essenziale</i> )	Trp
	Isoleucina ( <i>essenziale</i> )	Ile
	Prolina	Pro
<b>Polari, non carichi</b> (idrofili): solubili in acqua	Serina	Ser
	Treonina ( <i>essenziale</i> )	Thr
	Cisteina	Cys
	Tirosina	Tyr
	Asparagina	Asn
	Glutammina	Gln
<b>Basici</b> : le catene laterali sono ionizzate in modo da avere una carica +	Lisina ( <i>essenziale</i> )	Lys
	Arginina	Arg
	Istidina	His
<b>Acidi</b> : entrambi hanno un g. carbossilico nella catena laterale che a pH cellulare risulta essere ionizzato in modo da avere una carica -	Aspartato (acido aspartico)	Asp
	Glutammato (acido glutammico)	Glu

### 2) PROTEINE MULTIMERICHE - EMOGLOBINA



Non tutte le proteine sono un'unica sequenza di aminoacidi, da un solo polipeptide, è possibile che sia **multimerica**, costituita da più catene polipeptidiche diverse

es. l'**emoglobina**, che trasporta  $O_2$  nel sangue, è costituita da 4 catene diverse, ognuna costituita da una sequenza amminoacidica che interagiscono tra di loro; in particolare è costituita da 2 **catene  $\alpha$**  e 2 **catene  $\beta$** . Ogni catena polipeptidica contiene dei **gruppi eme** che hanno l'atomo di Fe al loro interno il quale trasporta l' $O_2$

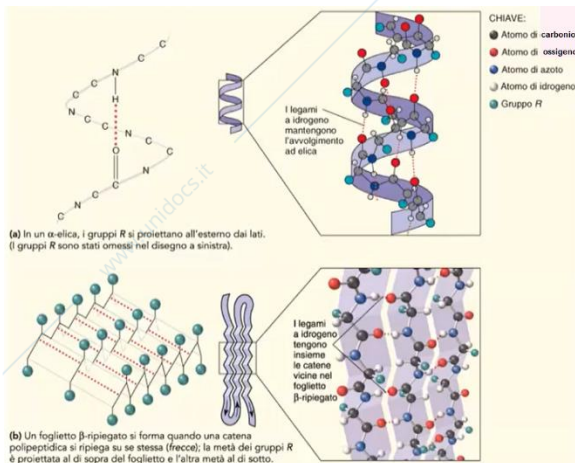
### 3) LIVELLI DI ORGANIZZAZIONE DELLE PROTEINE

**3a) STRUTTURA PRIMARIA:** è costituita da una sequenza esatta di aminoacidi, uniti tra loro dai legami peptidici, che formano un polipeptide; la struttura 1° è determinata *geneticamente*, ovvero, l'informazione che determina quali aminoacidi compongono la proteina e come sono messi in sequenza è determinata dal genoma (siccome gli aminoacidi sono 20, le combinazioni possibili sono moltissime);

La struttura 1° viene rappresentata con all'inizio l'N-terminale del g. amminico del primo aminoacido e termina con il C-terminale del g. carbossilico dell'ultimo aminoacido (*direzione di sintesi della proteina*).



Infine, dalla struttura 1° derivano tutte le altre strutture.



**3b) STRUTTURA SECONDARIA:** regioni della struttura determinate dei leg. a H tra -NH e -C=O lungo lo scheletro polipeptidico; la struttura 2° è formata dai ripiegamenti dei polipeptidi della struttura 1° la quale forma due tipi di strutture:

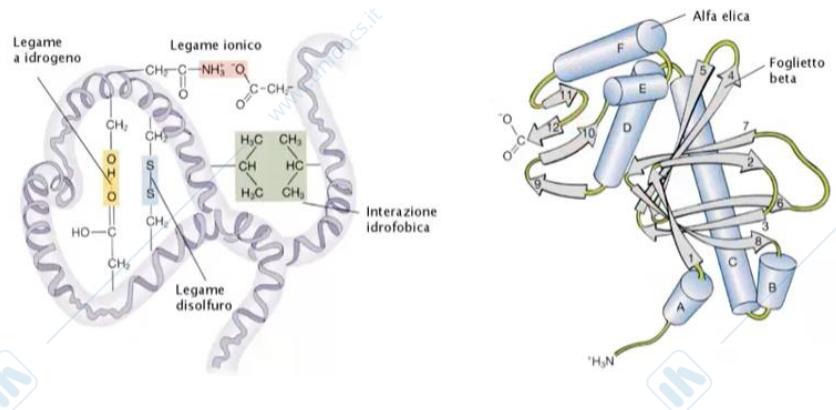
- **α-elica:** i leg. a H formano i ripiegamenti della proteina che determinano la forma del DNA a elica (destrorsa) mentre le catene laterali si dispongono tutte verso l'esterno.
- **β-foglietto:** i leg. a H si formano in modo da dare una struttura a foglietto dove gli atomi adiacenti sono localizzati sui picchi e sugli avvallamenti dei foglietti mentre le catene laterali si dispongono al di sopra e al di sotto del foglietto.

**3c) STRUTTURA TERZIARIA:** descrive come le varie strutture 2° si dispongono tra loro ed infatti è la struttura finale dei ripiegamenti del polipeptide che descrive come le varie regione della proteina interagiscono tra di loro per dare la conformazione finale del polipeptide nello spazio.

Se il polipeptide rappresenta una proteina, la struttura 3° sarà la struttura finale; se invece abbiamo una proteina multimerica i polipeptidi daranno origine alla struttura 4°.

Tra le catene laterali degli aminoacidi (anche di zone diverse, lontane) si possono instaurare delle interazioni che fanno sì che si avvicinino. Le possibili interazioni sono: **interazioni idrofobiche**, **leg. a H**, **leg. ionici** (tra a. acidi e basici) e **leg. disolfuro**.

Le **zone verdi** sono chiamate **zone di loop** e non sono disposte con una struttura 2° ma uniscono α-elica e β-foglietto



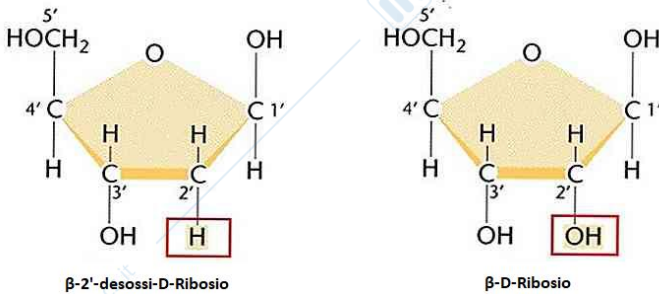
**3d) STRUTTURA QUATERNARIA:** può essere presente solo all'interno delle **proteine multimeriche**, descrive come i diversi polipeptidi interagiscono tra loro e formano la forma finale, funzionale, della proteina. Il modo in cui interagiscono è determinato dai legami che si instaurano tra le catene laterali di aminoacidi diversi.

Tutte le strutture sono legate alla struttura 1° in particolare esiste una patologia (**anemia falciforme**) determinata da una mutazione di un unico aminoacido della **catena β** dell'emoglobina: il glutammato (negativo) viene sostituito da una valina (idrofoba). Questa mutazione porta alla formazione di globuli rossi a forma di falce che determinano una riduzione della solubilità del sangue.

## ACIDI NUCLEICI

- Gli **acidi nucleici** sono biomolecole fondamentali, depositari dell'informazione genetica (*trasmissione dei caratteri ereditari*), controllano la sintesi di tutte le proteine:
  - **DNA: acido deossiribonucleico**, è costituito da geni, porzioni responsabili dell'informazione genetica necessaria a codificare le proteine
  - **RNA: acido ribonucleico**, coinvolto nei processi di espressione dell'informazione genetica (*trascrizione*, all'interno del nucleo, e *traduzione*, nel citoplasma)

- Gli **zuccheri** che costituiscono gli acidi nucleici sono:

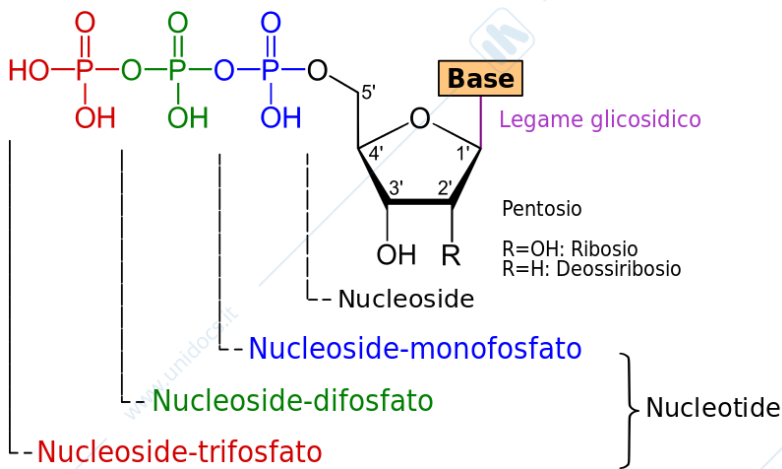


- DNA e RNA sono inoltre formati da **5 basi azotate**, eterocicli costituiti da C e N:
  - 2 di *origine purinica* (**A**denina, **G**uanina), a doppio anello
  - 3 di *origine pirimidica* (**T**imina, **C**itosina, **U**racile), a singolo anello



Le basi azotate forniscono l'istruzione al DNA e stabiliscono com'è fatta la sua struttura primaria, di conseguenza come sono le nostre caratteristiche.

### 1) NUCLEOSIDI E NUCLEOTIDI



- Le basi azotate si legano allo zucchero (ribosio, per l'RNA, o deossiribosio, per il DNA) in C<sub>1</sub> formando un legame  $\beta$ -N-glicosidico o con l'N<sub>1</sub> (nelle basi pirimidiche) o con N<sub>9</sub> (nelle basi puriniche); da questo legame ottengo un **nucleoside**.

- Se a un nucleoside lego un g. fosfato in C<sub>5</sub> ottengo un **nucleotide**, un estere monofosforico del nucleoside.

- Gli acidi nucleici sono polimeri lineari di nucleotidi.

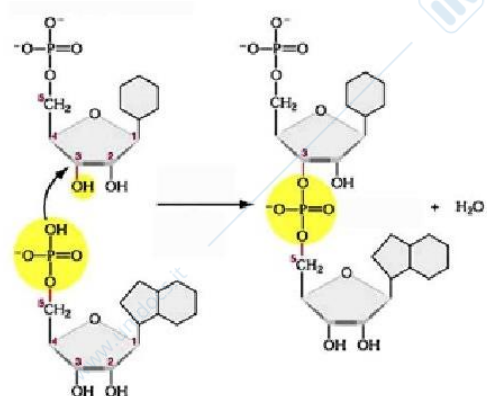
La sequenza di nucleotidi, o meglio delle basi azotate, racchiude l'informazione genetica

### 2) LEGAME FOSFODIESTERICO

Tra due nucleotidi la reazione che avviene è una reazione di **condensazione**, in cui viene eliminata una molecola d'H<sub>2</sub>O, e il legame che si forma è un **legame fosfodiesterico** (in foto vi è la formazione di una molecola di RNA).

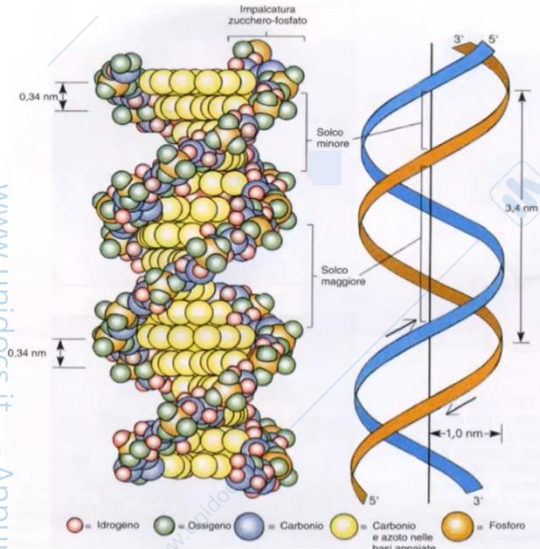
In particolare, vi è un g. fosfato a ponte tra il C<sub>3</sub> di un nucleotide e il C<sub>5</sub> di un altro.

La molecola avrà quindi un'estremità 5' (g. fosfato) e una 3' (g. ossidrilica).



### 3) DNA

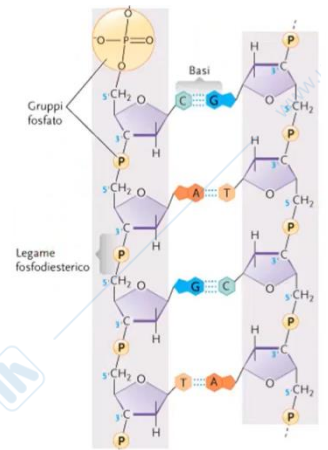
- Il DNA è racchiuso all'interno del nucleo della cellula eucariotica (o nel citoplasma di una cellula procariote).



- Il DNA ha una struttura a **doppia elica** in particolare è **costituito da due catene nucleotidiche antiparallele** (una 5'-3' e una 3'-5'), **due filamenti appaiati e complementari uniti da legami a H, avvolti a spirale intorno a un asse centrale comune.**

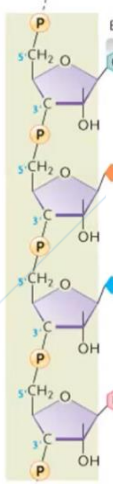
In particolare tra C≡G (3 leg. a H) e tra A=T/U (2 leg. a H).

- Nella doppia elica ci sono delle misure che si ripetono; 10 coppie di nucleotidi occupano **3,4 nm** (0,34 nm ogni coppia).
- Nell'avvolgersi abbiamo la formazione di un *solco minore* e un *solco maggiore*.
- Il diametro della doppia elica è cost (perché le basi sono complementari) ed è di **2 nm**
- La doppia elica è stata descritta da **Watson e Crick** (1953)



### 4) RNA

- L'RNA è costituito da **un solo filamento**, una sola catena, **la cui sequenza di nucleotidi ha il ribosio come zucchero e la T è sostituita dall'U.**
- L'RNA è **fondamentale per la sintesi proteica**: in particolare, si occupa di trasmettere ed elaborare le informazioni contenute nei geni, necessari a codificare una proteina.



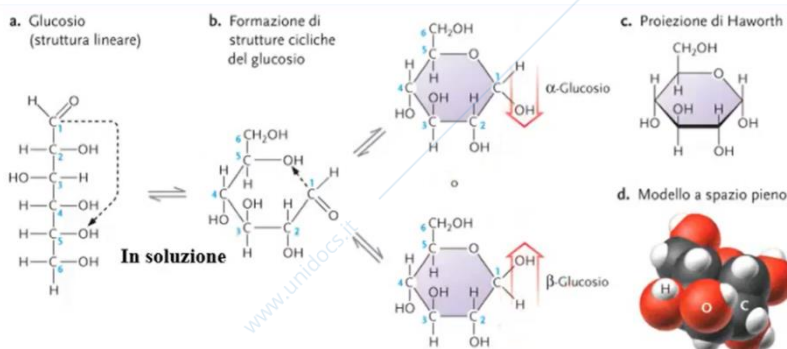
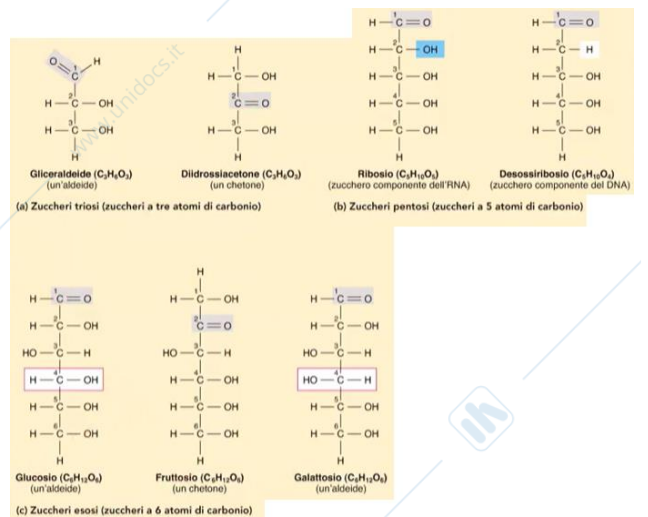
## CARBOIDRATI

I **carboidrati** hanno un ruolo di **riserva energetica** (es. il glucosio viene immagazzinato sottoforma di *glicogeno*, per gli animali, e *amido*, per le piante) un **ruolo strutturale** (es. *cellulosa*, presente nella parete cellulare delle piante, e *chitina*, che costituisce l'esoscheletro di alcuni insetti)

"Carboidrati":  $\text{idrati del C} \rightarrow \text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$

### 1) MONOSACCARIDI (o ZUCCHERI SEMPLICI): 1 ZUCCHERO

- I **monosaccaridi** contengono 3-7 C, a ogni C è legato un -OH ad eccezione di uno che è legato a un =O, in modo da costituire un g. carbossilico. Se il g. è in posizione terminale si parla di **ALDEIDI** (es. glucosio) se è nel mezzo della molecola si parla di **CHETONI** (es. fruttosio)
- I monosaccaridi sono molecole estremamente **solubili (idrofili)** in quanto presentano molti g. -OH

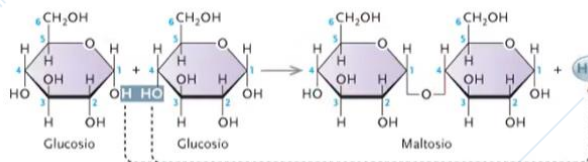


- In soluzione i monosaccaridi possono trovarsi in *forma aperta (struttura lineare)* o *chiusa (struttura planare)*, in cui troveremo 2 stereoisomeri ( $\alpha$  e  $\beta$ ) che differiscono solo per l'-OH legato in C<sub>1</sub>. Gli stereoisomeri hanno una differenza importante nella formazione dei polimeri.

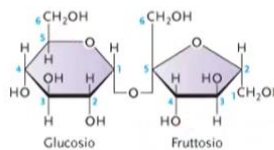
## 2) DISACCARIDI: 2 ZUCCHERI

- L'unione di due monosaccaridi porta alla formazione di un **disaccaride** (es. glucosio e glucosio, danno luogo al **maltosio**)
- I due monosaccaridi si legano tra loro attraverso una **reazione di condensazione** (perdita di una molecola di H<sub>2</sub>O) formando tra loro un **legame 1-4-glicosidico**. In particolare, il legame si forma tra l'O legato in C<sub>1</sub> di un monosaccaride e il C<sub>4</sub> dell'altro, a seguito dell'interazione dei g. -OH e la rimozione di H<sub>2</sub>O.

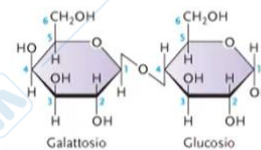
a. Reazione di sintesi del maltosio



b. Saccarosio

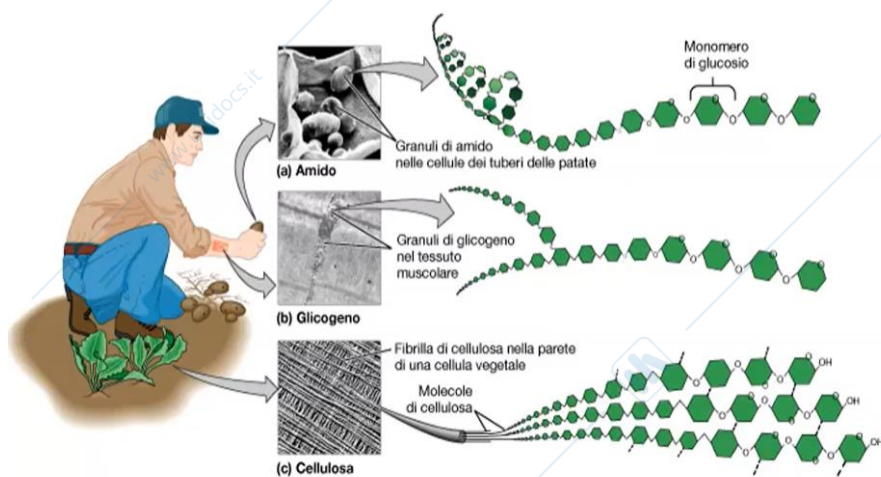


c. Lattosio



## 3) POLISACCARIDI: 3 o + ZUCCHERI

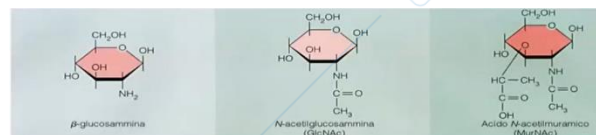
Polisaccaride		Funzione	Struttura e	Ramificazioni	Caratteristiche
AMIDO	Amiloso	Riserva energetica piante	Costituito da $\alpha$ -glucosio legati da legami $\alpha$ -1-4-glicosidici	No	Solubili
	Amilopectina			Ogni <b>12-25 unità di glucosio</b> in cui gli $\alpha$ -glucosio sono legati da $\alpha$ -1-6-glicosidici, danno origine a catene lunghe laterali di <b>20-25 unità di glucosio</b>	
GLICOGENO		Riserva energetica animali/uomo		Ogni <b>8-10 unità di glucosio</b> in cui gli $\alpha$ -glucosio sono legati da $\alpha$ -1-6-glicosidici, danno origine a catene corte laterali di <b>8-12 unità di glucosio</b>	
CELLULOSA		Ruolo strutturale parete cellulare piante	Costituita da $\beta$ -glucosio legati da legami $\beta$ -1-4-glicosidici	No	Insolubile



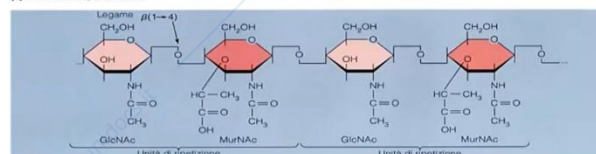
Le ramificazioni sono utili quando animali e piante che hanno bisogno di più energia, hanno più punti per attaccare l'unità di glucosio in modo che venga fornita energia più velocemente.

## 4) CARBOIDRATI MODIFICATI: AMINOZUCCHERI

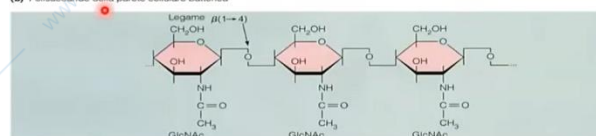
- I carboidrati possono legarsi anche ad altre macromolecole. In particolare, gli **amminozuccheri** sono zuccheri nei quali un g. ossidrilico è stato sostituito da un g. amminico.
- Gli amminozuccheri hanno una funzione importante nella parete batterica e nell'esoscheletro degli insetti, crostacei o artropodi.



(a) Subunità dei polisaccaridi



(b) Polisaccaride della parete cellulare batterica



(c) Polisaccaride chitina

