

a.a. 2016-17

CORSO DI LAUREA IN INFERMIERISTICA

Dott.ssa Marilena Greco

# **BIOLOGIA APPLICATA**

*Docente: drMARILENA GRECO*

**Introduzione alla biologia, le proprietà dei viventi.**

**I livelli di organizzazione della materia vivente: gerarchia della organizzazione. Il livello cellulare.**

**I costituenti chimici della materia vivente, proprietà dell'acqua, le macromolecole : carboidrati, lipidi, proteine ed acidi nucleici**

**La cellula: definizione e generalità. Le tipologie cellulari: le cellule procariote e le cellule eucariote.**

**Caratteristiche generali della cellula procariotica. Caratteristiche della cellula eucariotica. Il nucleo cellulare, organuli citoplasmatici, citoscheletro**

**I virus.**

**Le membrane biologiche: struttura, modello a mosaico fluido. Mosaicismo proteico e fluidità lipidica: fosfolipidi, acidi grassi insaturi e colesterolo. Le proteine e glicoproteine di membrana.**

**Il trasporto di membrana.**

**Energia e metabolismo: termodinamica, reazioni metaboliche, respirazione cellulare.**

**Organizzazione del genoma, i meccanismi molecolari di trascrizione e traduzione. Il codice genetico. Sintesi proteica.**

**Il ciclo di divisione delle cellule: definizione, fasi, eventi fondamentali, punti di controllo.**

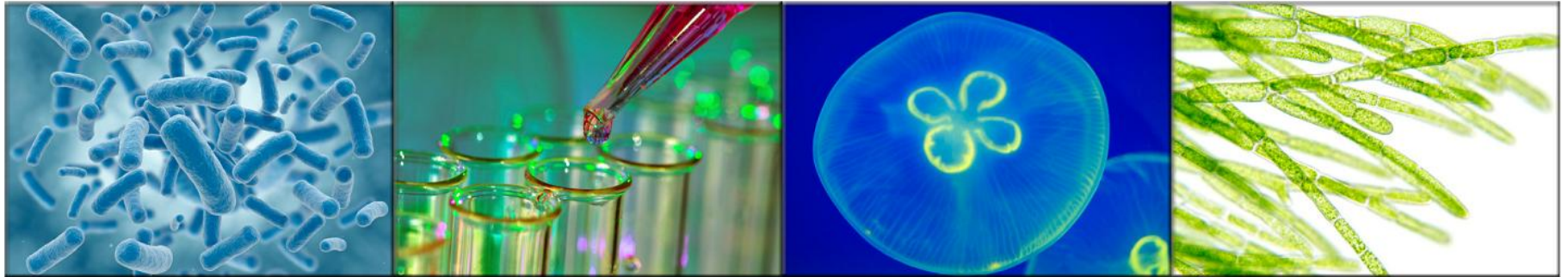
**I processi di mitosi e meiosi.**

**Riproduzione degli organismi: gametogenesi, fecondazione, sviluppo.**

**Testo: Solomon et al. ELEMENTI DI BIOLOGIA EdiSes**

# La biologia è la scienza della vita:

scienza che indaga le proprietà dei sistemi viventi

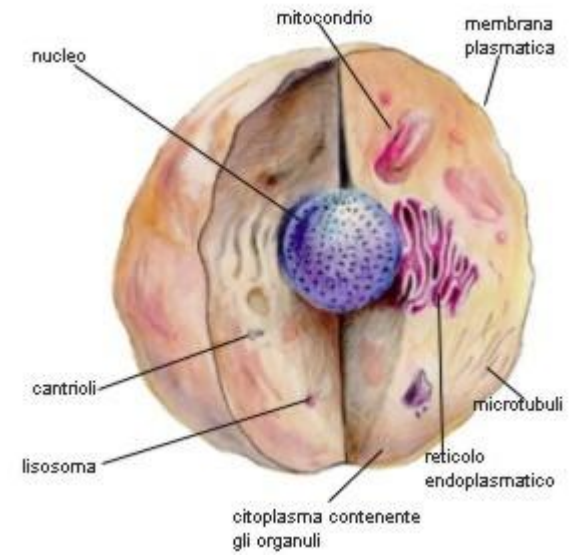
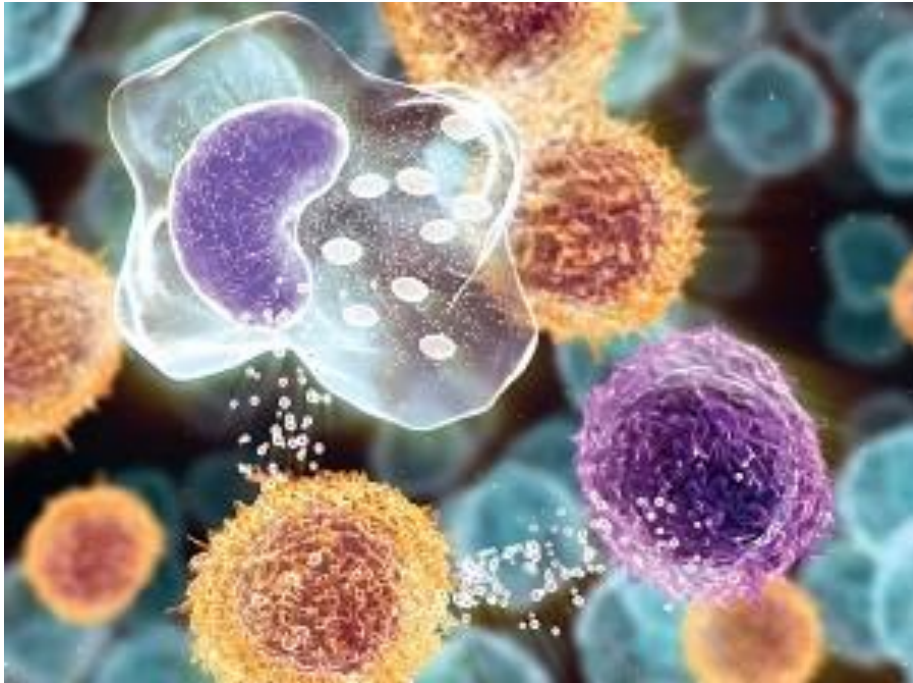


- Biologia animale
- Biologia cellulare
- Biologia molecolare
- Ricerca





# UNITA' VIVENTE



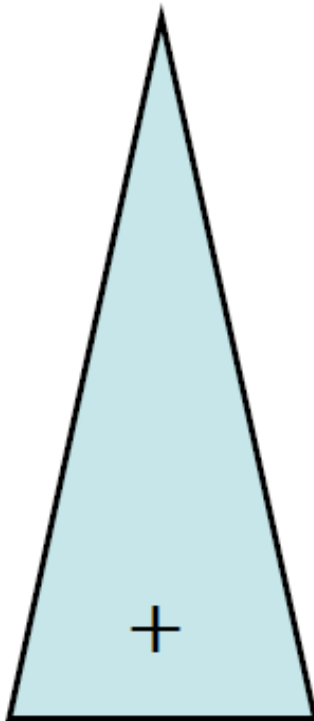
# LA CELLULA

- MEMBRANA CELLULARE
- NUCLEO
- ORGANELLI CITOPLASMATICI
  - MITOCONDRI
  - APPARATO DEL GOLGI
  - RETICOLO ENDOPLASMMATICO LISCIO E RUGOSO
  - LISOSOMI
  - PEROSSISOMI

# 1. GERARCHIA DELL'ORGANIZZAZIONE BIOLOGICA

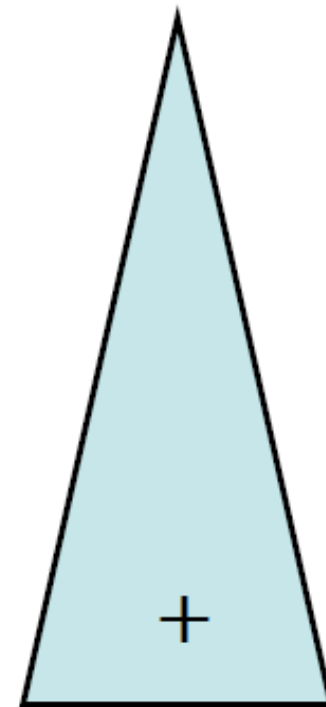
L'organizzazione biologica si basa su una gerarchia di *livelli strutturali*

Dimensione



**atomo**  
**molecola**  
**macromolecola**  
**organulo**  
**cellula**  
**tessuto**  
**organo**  
**sistema/apparato**  
**organismo**

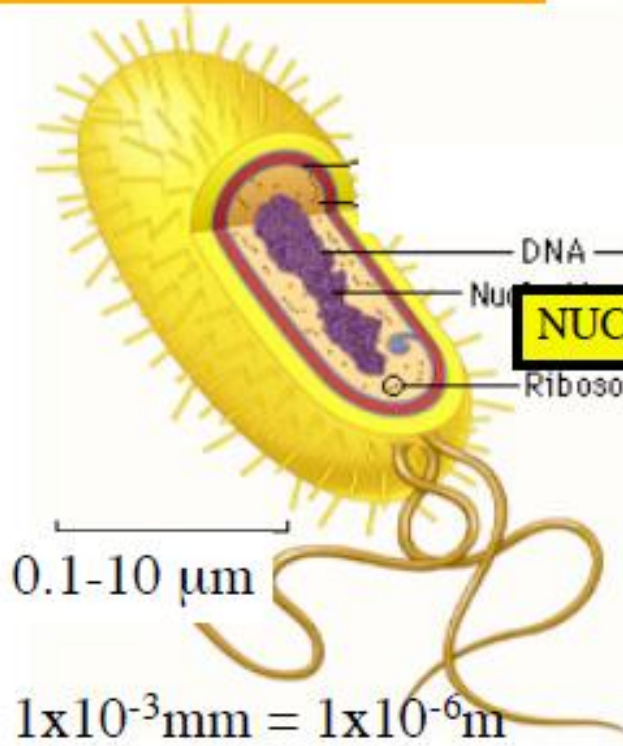
Organizzazione



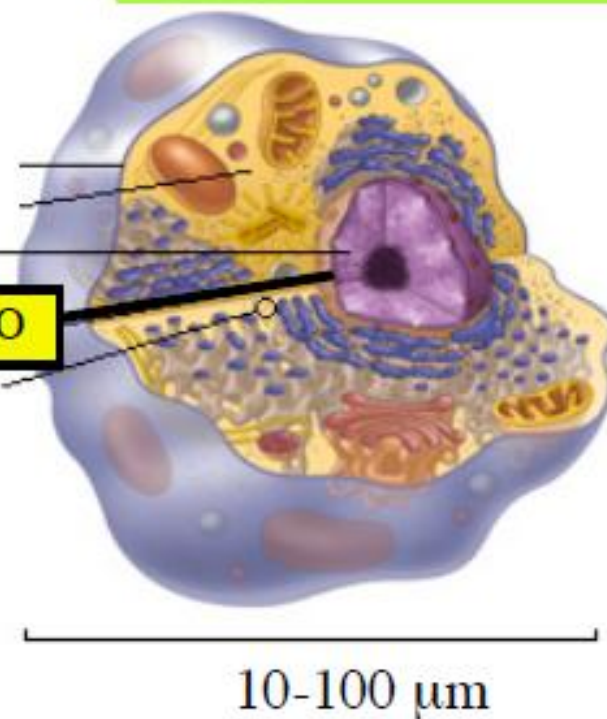
## 5. BASE CELLULARE DELLA VITA

La **cellula** è l'unità strutturale e funzionale degli organismi viventi.  
Struttura minima in grado di **compiere tutte le attività minime della vita**.

cellula PROCARIOTA



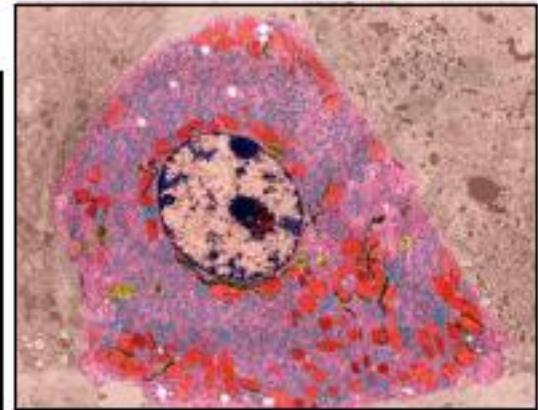
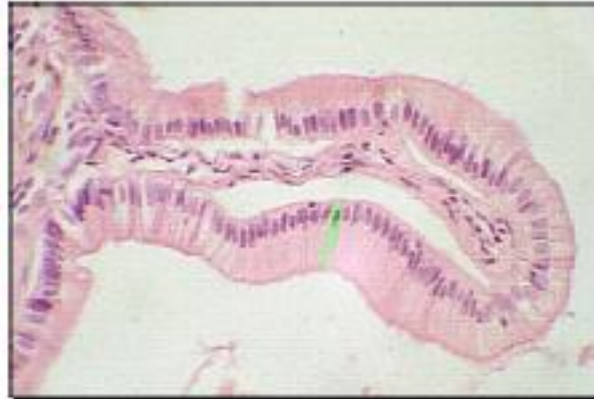
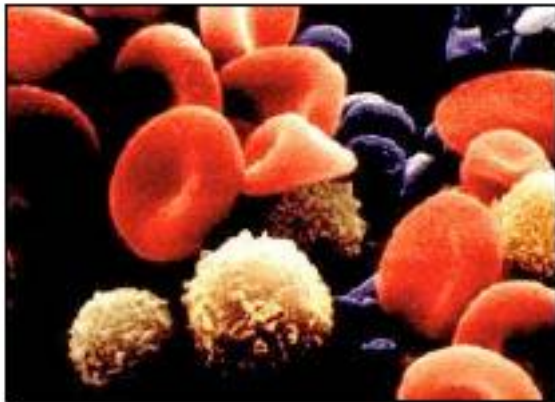
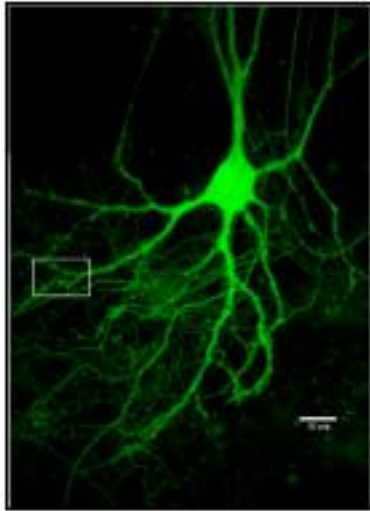
cellula EUCARIOTA



NUCLEO

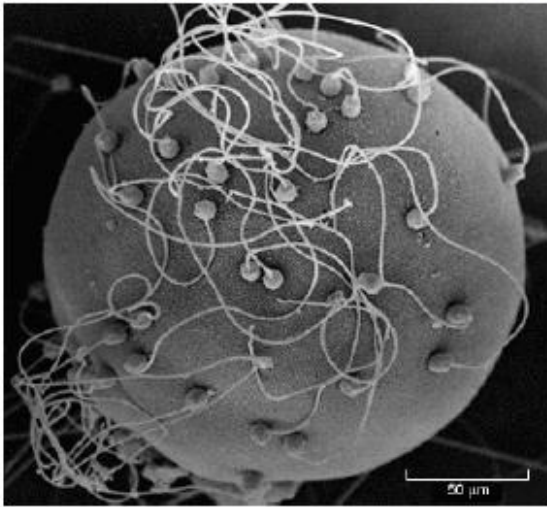
$1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-3} \text{mm} = 1 \times 10^{-6} \text{m}$

Le forme cellulari sono le più varie:





**LA VITA è AFFIDATA ALLE CELLULE**  
**formazione dei gameti ed incontro**



**PENETRAZIONE SPERMATOZOO: 15-20 MIN**

## SVILUPPO



I 4 processi biologici cellulari tramite i quali l'embrione è costruito sono:

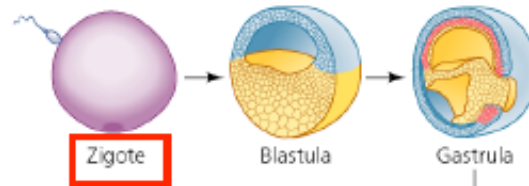
**proliferazione cellulare**

**interazioni cellulari**

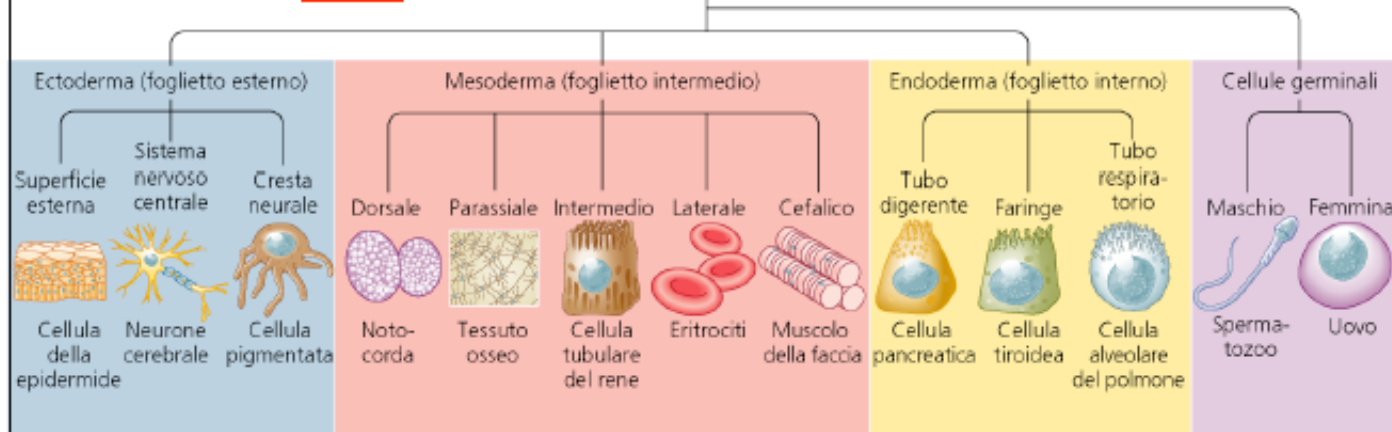
**movimento cellulare**

**specializzazione cellulare (differenziamento)**

## DIFFERENZIAMENTO



Nell'uomo alla 3<sup>a</sup> settimana  
**GASTRULAZIONE**  
dall'epiblasto i tre foglietti  
(cellule multipotenti)

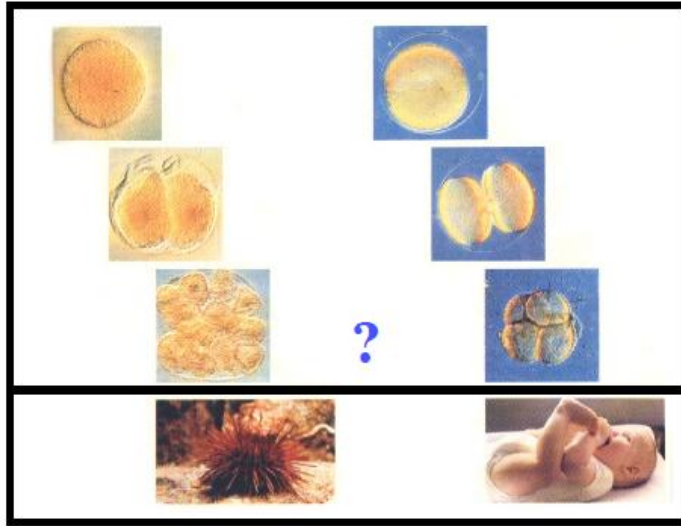


- Come si stabilisce un *pattern* di espressione genica
- Come è reso stabile ed ereditabile (creazione di **cellule unipotenti**)
- Staminalità/ meccanismi di differenziamento



# INFORMAZIONI

CONSERVATE  
TRASMESSE  
ESPRESSE



## Come è organizzata l'INFORMAZIONE BIOLOGICA?

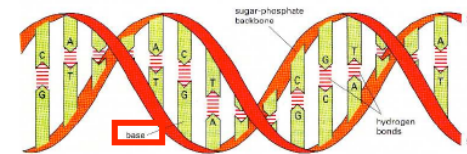
Le **istruzioni biologiche** sono:

il *progetto interno* della cellula

contenute nel DNA

in **sequenze specifiche** di 4 lettere chimiche cioè 4 piccole molecole organiche, i “**nucleotidi**”

A G T C Basi azotate



# BIOLOGIA APPLICATA

- 1) Caratteristiche e composizione chimica della materia vivente**
- 2 ) Cellula procariotica, cellula eucariotica e virus**
- 3 ) Membrana plasmatica**
- 4 ) Citoplasma e sistema di endomembrane**
- 5 ) Flusso dell'informazione genetica**
- 6 ) Ciclo cellulare e sua regolazione**

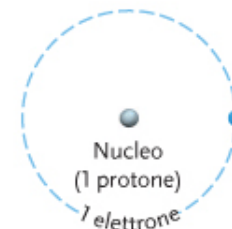
## 1) Caratteristiche e composizione chimica della materia vivente

### • LA TAVOLA PERIODICA: elementi e atomi

Gli **ELEMENTI** sono sostanze che non possono essere scisse in sostanze più semplici mediante reazioni chimiche ordinarie

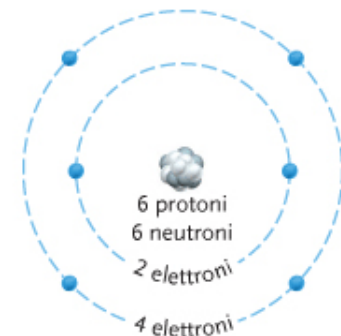
L'**ATOMO** è la più piccola porzione di un elemento che mantiene tutte le proprietà chimiche di quello specifico elemento.

a. Idrogeno



NUMERODI MASSA  $^1$   
NUMERO ATOMICO  $^1$  H

b. Carbonio

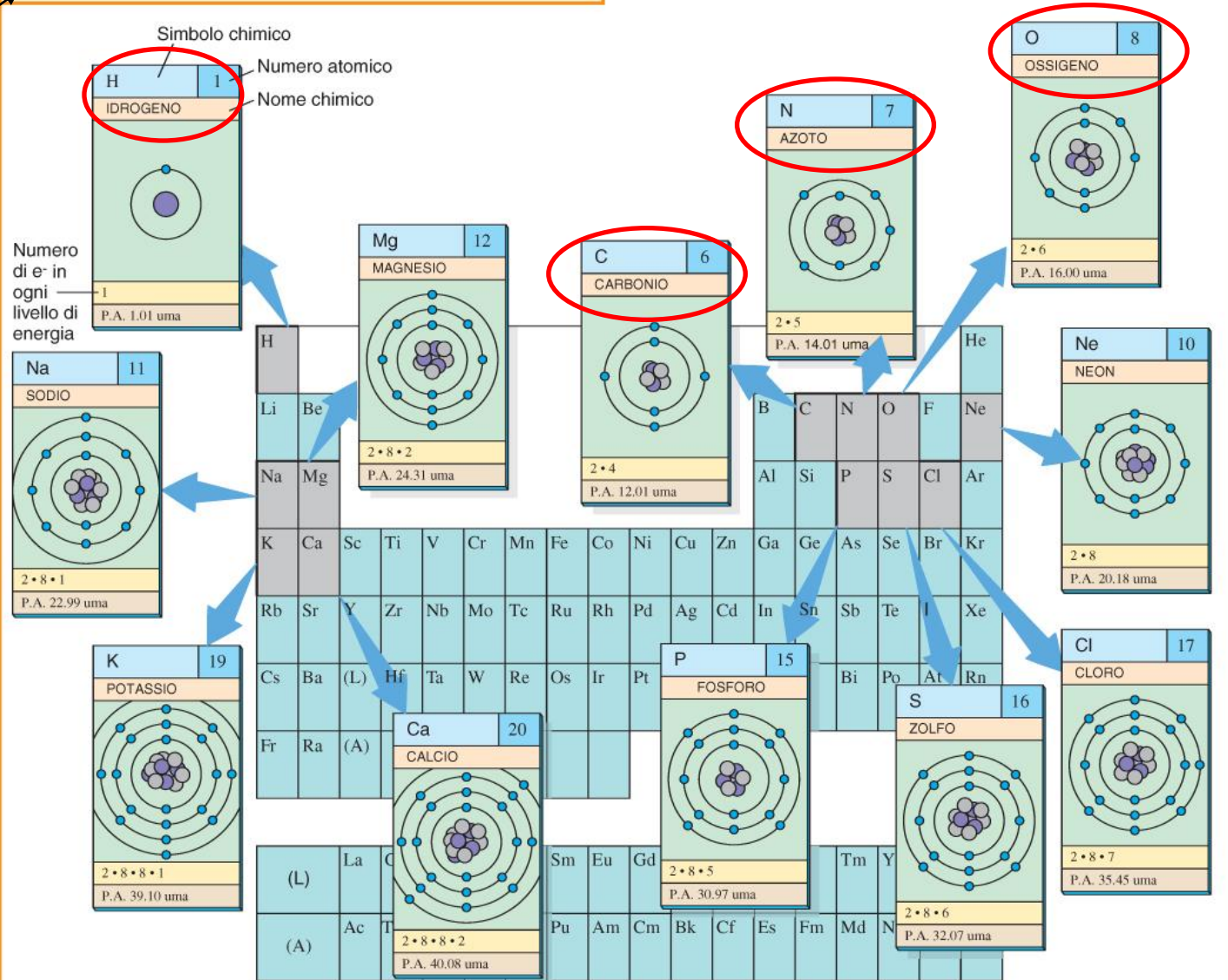


$^{12}$   
 $_6$  C

*MODELLO DI BOHR*

# LA TAVOLA PERIODICA

**CONCETTO CHIAVE:** La tavola periodica fornisce informazioni sugli elementi: la composizione, la struttura ed il comportamento chimico.



## Isotopi dell'idrogeno



$^1\text{H}$

1 protone

numero atomico = 1  
numero di massa = 1



$^2\text{H}$  (deuterio)

1 protone  
1 neutrone

numero atomico = 1  
numero di massa = 2



$^3\text{H}$  (trizio)

1 protone  
2 neutroni

numero atomico = 1  
numero di massa = 3

## Isotopi del carbonio



$^{12}\text{C}$

6 protoni  
6 neutroni

numero atomico = 6  
numero di massa = 12



$^{13}\text{C}$

6 protoni  
7 neutroni

numero atomico = 6  
numero di massa = 13



$^{14}\text{C}$

6 protoni  
8 neutroni

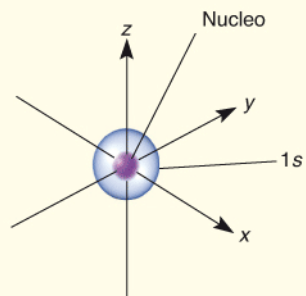
numero atomico = 6  
numero di massa = 14

TABELLA 2-1

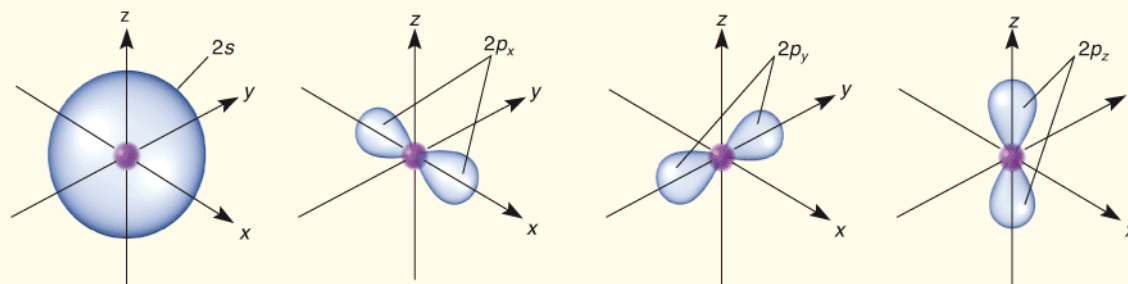
## Funzioni degli elementi negli organismi

Elemento* (simbolo chimico)	Funzioni
 Ossigeno	Necessario per la respirazione cellulare; presente nella maggior parte dei composti organici; componente dell'acqua
 Carbonio	Costituisce lo scheletro delle molecole organiche; può formare quattro legami con altri atomi
 Idrogeno	Presente in tutti i composti organici; componente dell'acqua; lo ione idrogeno ( $H^+$ ) è coinvolto in alcuni trasferimenti di energia
 Azoto	Componente delle proteine e degli acidi nucleici; componente della clorofilla nelle piante
 Calcio	Componente strutturale delle ossa e dei denti; lo ione calcio ( $Ca^{2+}$ ) è importante per la contrazione muscolare, la conduzione dell'impulso nervoso e la coagulazione del sangue; associato alla parete cellulare delle piante
 Fosforo	Componente degli acidi nucleici e di fosfolipidi di membrana; importante nel trasferimento di energia; componente strutturale delle ossa
 Potassio	Lo ione potassio ( $K^+$ ) è un importante ione positivo (catione) dei liquidi interstiziali (tissutali) degli animali; importante nella funzione nervosa e nella contrazione muscolare; controlla l'apertura degli stomi nelle piante
 Zolfo	Presente nella maggior parte delle proteine
 Sodio	Lo ione sodio ( $Na^+$ ) è un importante ione positivo (catione) dei liquidi interstiziali degli animali; fondamentale nell'omeostasi dei liquidi; essenziale nella conduzione dell'impulso nervoso; importante nella fotosintesi delle piante
 Magnesio	Necessario nel sangue e in altri tessuti animali; attiva molti importanti sistemi enzimatici; componente della clorofilla nelle piante
 Cloro	Lo ione cloro ( $Cl^-$ ) è il principale ione negativo (anione) dei liquidi interstiziali degli animali; importante nel bilancio idrico; essenziale per la fotosintesi
 Ferro	Costituente dell'emoglobina negli animali, attiva certi enzimi

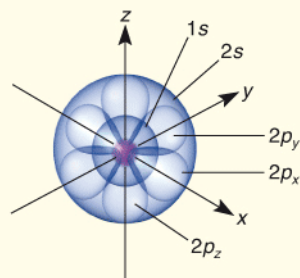
\*Altri elementi presenti in piccole quantità (tracce) negli animali, nelle piante o entrambi includono iodio (I), manganese (Mn), rame (Cu), zinco (Zn), cobalto (Co), fluoro (F), molibdeno (Mo), selenio (Se), boro (B), silicio (Si) e pochi altri.



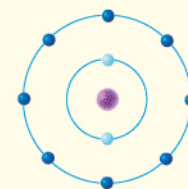
(a) Il primo livello energetico principale ha un unico orbitale sferico (1s) che può contenere un massimo di due elettroni. Gli elettroni rappresentati nel disegno potrebbero trovarsi ovunque all'interno dell'area blu.



(b) Il secondo livello energetico principale ha quattro orbitali, ciascuno con un massimo di 2 elettroni: uno sferico (2s) e tre a doppia clava (2p) perpendicolari l'uno rispetto all'altro.



(c) Gli orbitali del primo e del secondo livello energetico di un atomo di neon sono mostrati sovrapposti l'uno all'altro. Si noti che il singolo orbitale 2s più i tre orbitali 2p formano il guscio di valenza completo del neon contenente otto elettroni. Si confronti questa visione più realistica degli orbitali atomici con il modello di Bohr (d) di un atomo di neon.



(d) Atomo di neon (modello di Bohr)

### FIGURA 2-4 Gli orbitali atomici

Ciascun orbitale è rappresentato come una "nube elettronica". Le frecce indicate con x, y e z rappresentano gli assi immaginari dell'atomo.

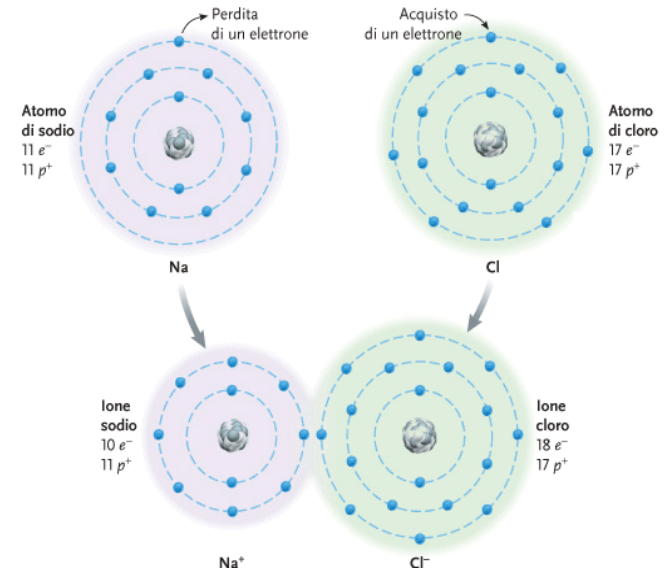


# I legami chimici

- Ionico

- Si forma tra cationi (+) e anioni (-)

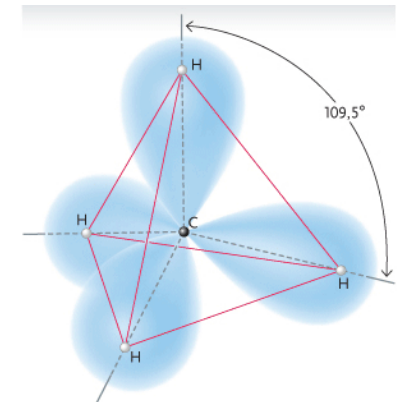
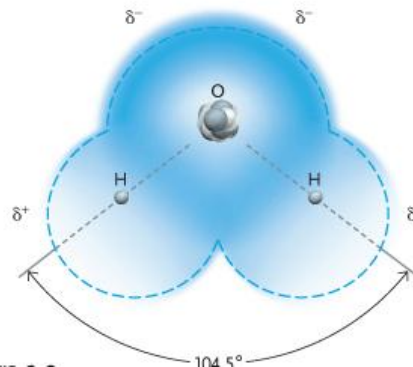
a. Formazione di un legame ionico tra sodio e cloro



- Covalente

- Condivisione di elettroni in modo tale che ogni atomo abbia il guscio di valenza completo ( $8e^-$ ), gli  $e^-$  ruotano intorno a entrambi i nuclei

- Polare o apolare



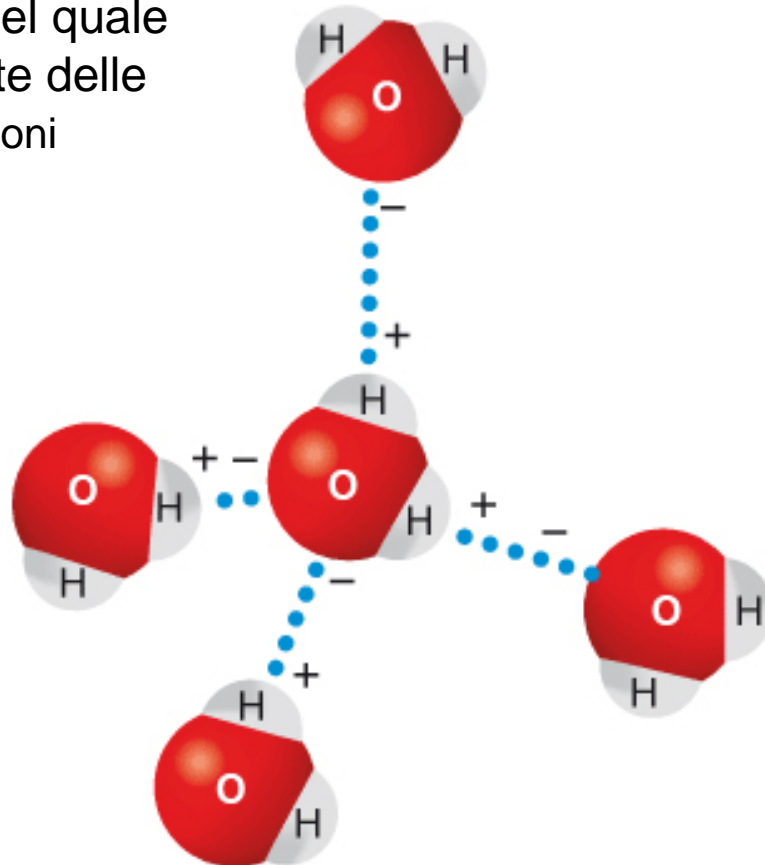


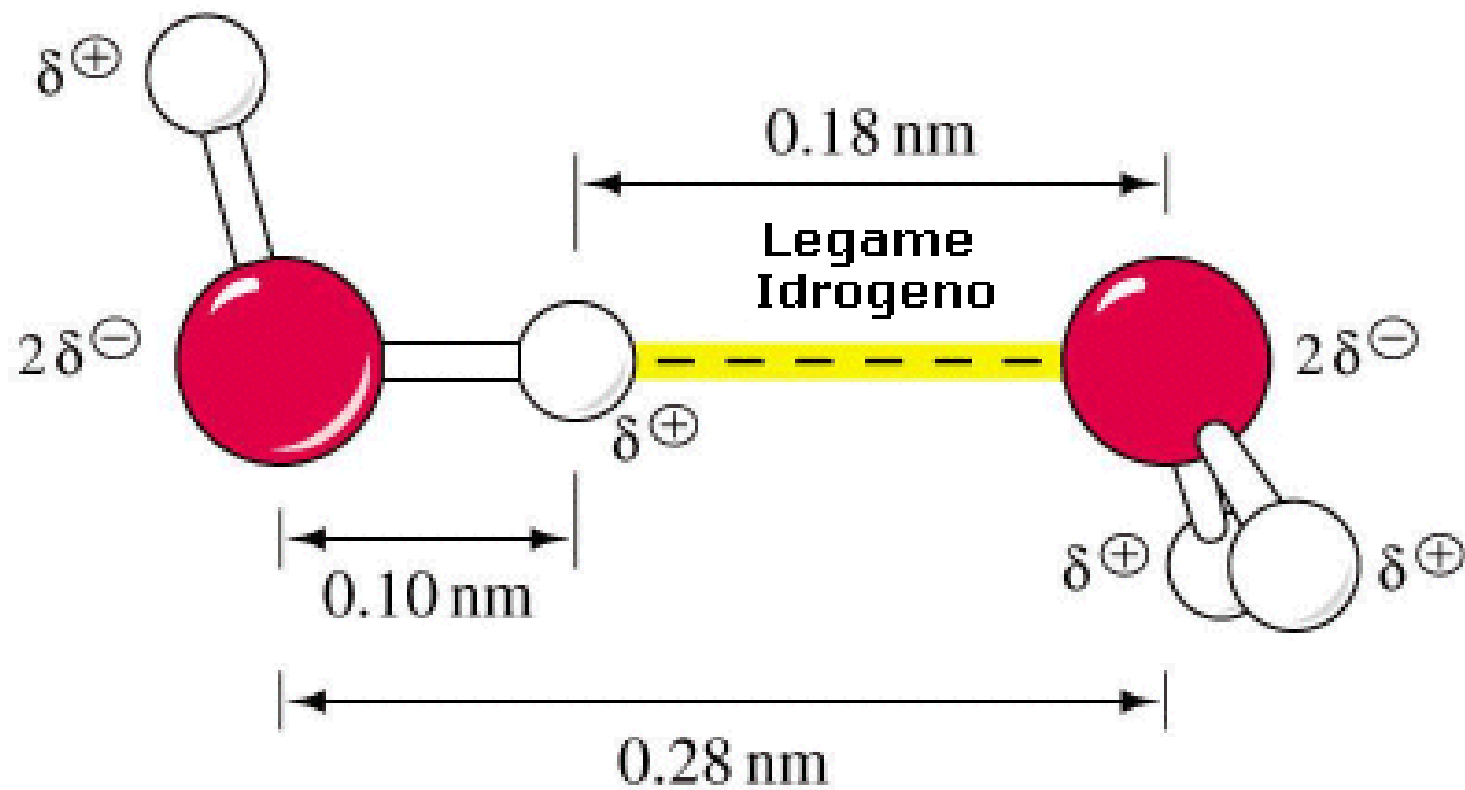
# I componenti chimici di una cellula

- Una cellula vivente è composta da un ristretto numero di elementi, QUATTRO DEI QUALI (C, H, N, O) COSTITUISCONO CIRCA IL 99% DEL SUO PESO
- Questa composizione differisce marcatamente da quella della crosta terrestre
- Il componente più abbondante in una cellula vivente è l'ACQUA (ca 70% del peso di una cellula)

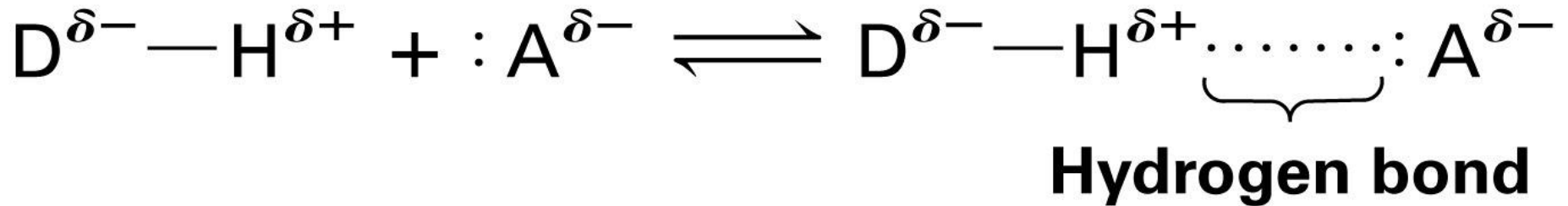
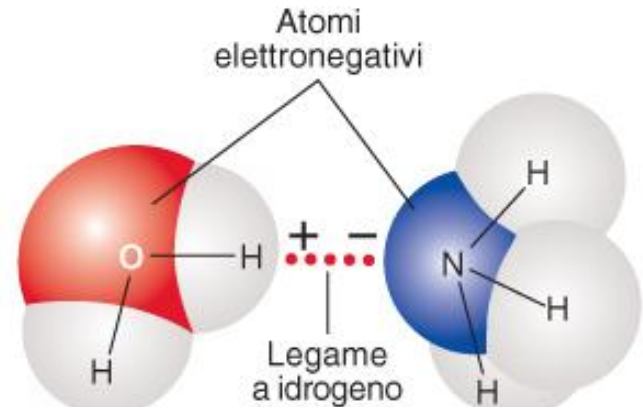
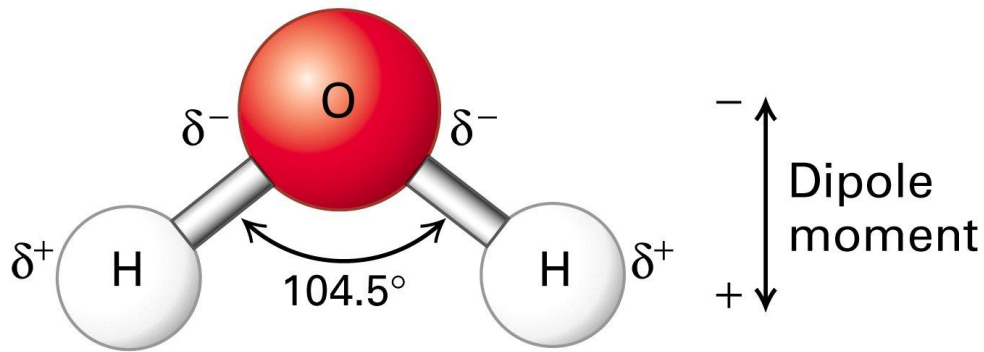
# L'ACQUA E' ESSENZIALE PER LA VITA.

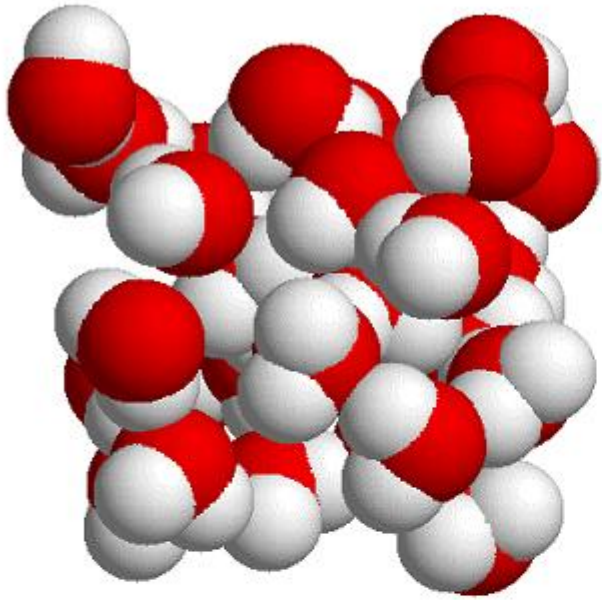
1. 70% del nostro peso corporeo
2. Fonte dell'ossigeno atmosferico
3. Ambiente nel quale vivono animali e piante.
4. Solvente molto versatile nel quale avvengono la maggior parte delle reazioni biologiche (interazioni idrofiliche ed idrofobiche)





# II LEGAME A IDROGENO.

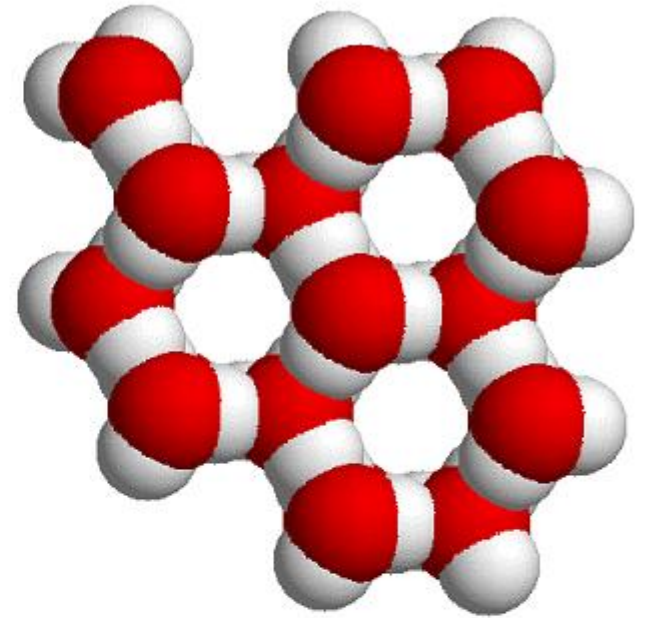




**acqua**



$104.5^\circ$

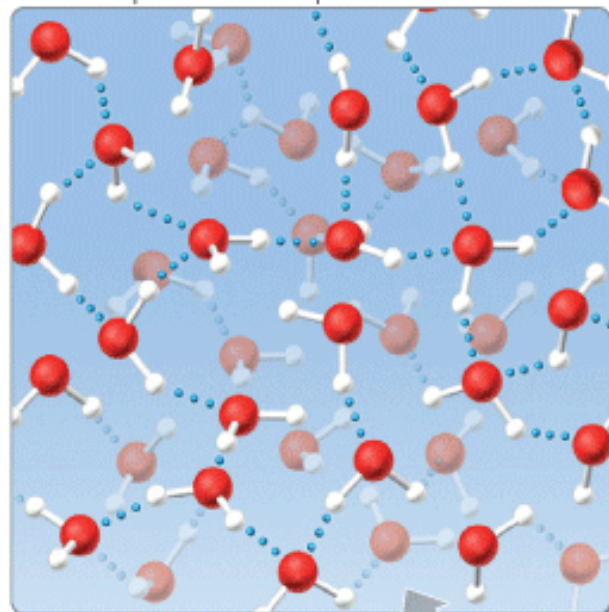


**ghiaccio**

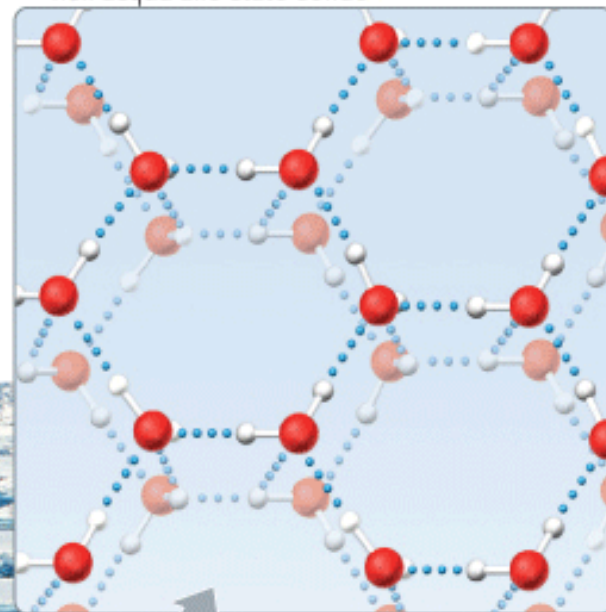


$109^\circ$

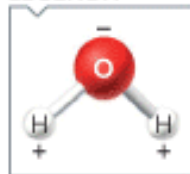
a. La rete di legami idrogeno che si forma nell'acqua allo stato liquido



b. La rete di legami idrogeno che si forma nell'acqua allo stato solido

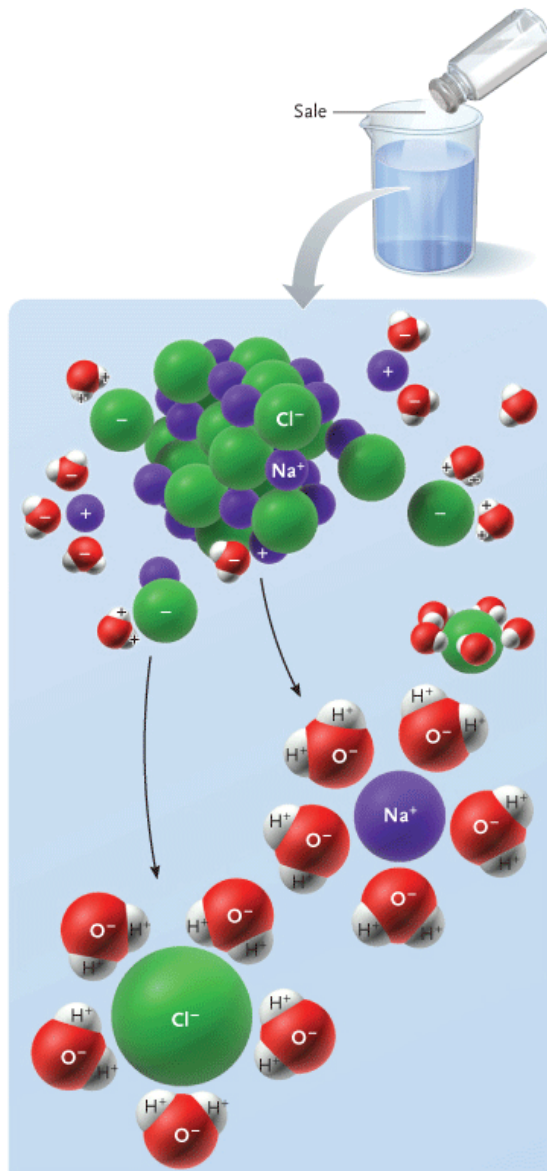


LEGENDA

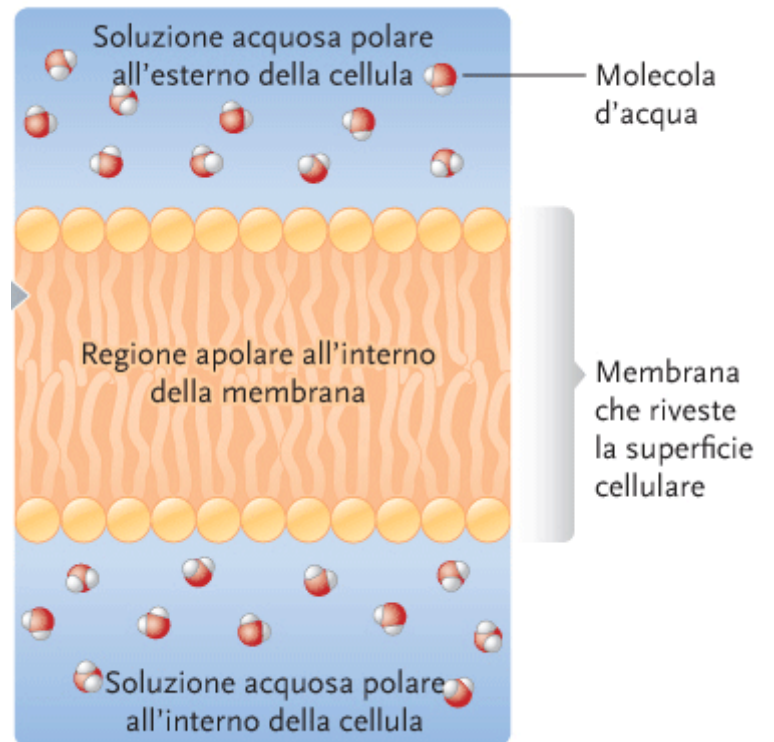


Wolfgang Kaehler





interazioni idrofiliche



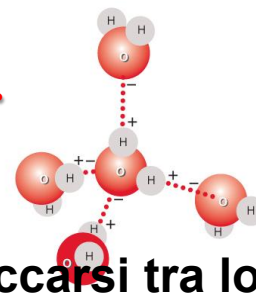
interazioni idrofobiche



# LE CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DELL'ACQUA.

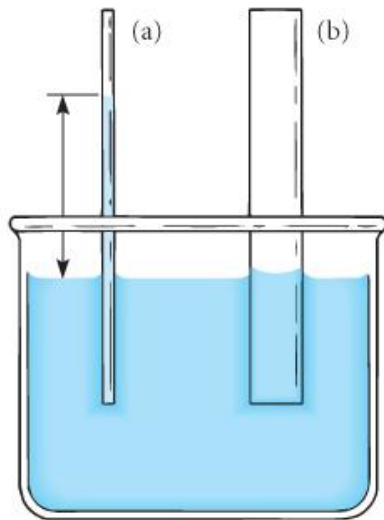
## COESIVA

Le molecole d'acqua hanno forte tendenza ad attaccarsi tra loro a causa dei legami idrogeno

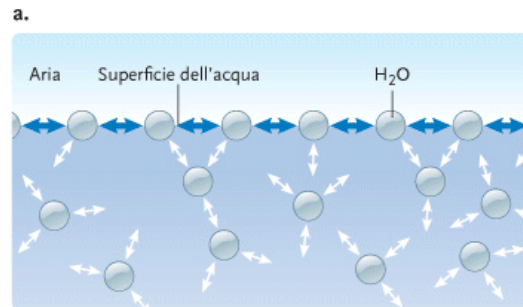


## ADESIVA

Le molecole d'acqua hanno forte tendenza ad attaccarsi ad altre sostanze che presentano cariche sulla loro superficie



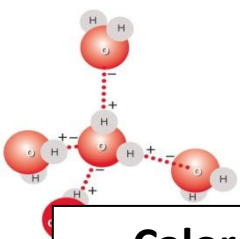
***Azione capillare***



***Tensione superficiale***



# L'ACQUA SI PRESENTA IN TRE FORME: gas liquido solido.



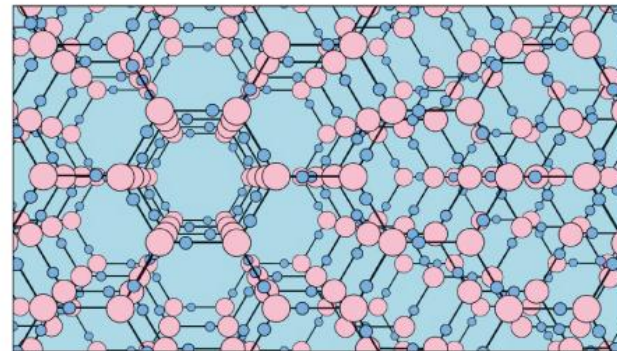
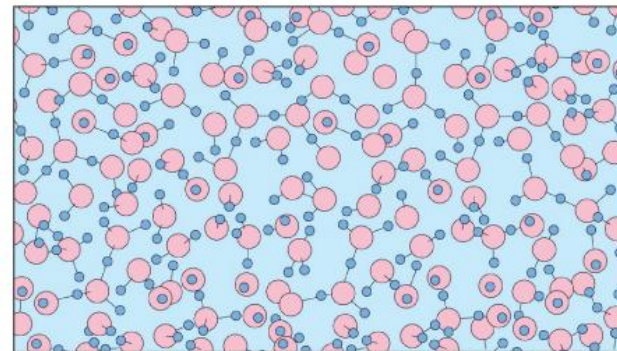
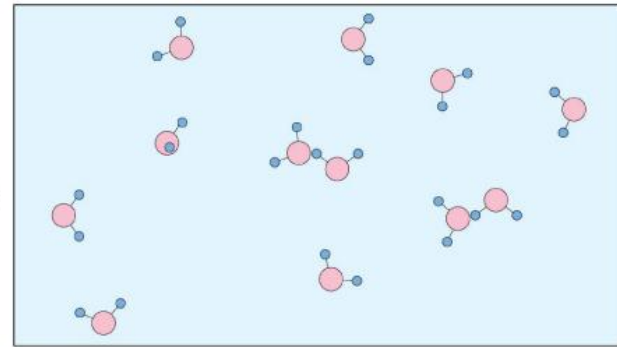
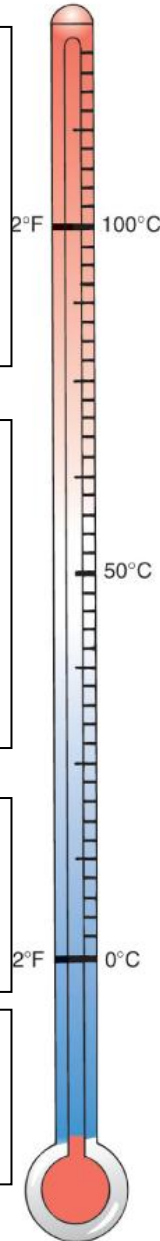
**Calore di evaporazione:** quantità di energia termica necessaria a far passare 1 grammo di una sostanza dallo stato liquido a quello gassoso.

(è elevato per l'acqua=540cal)

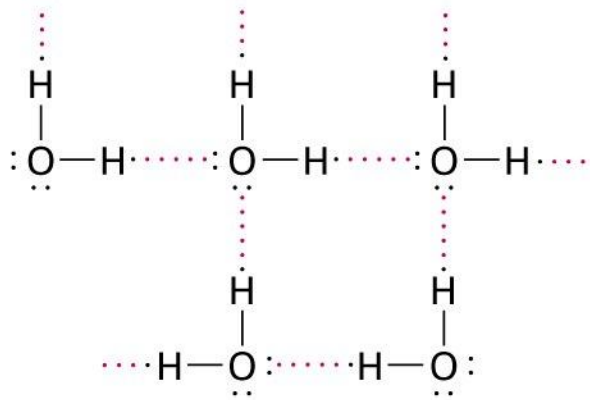
Una **Caloria** è la quantità di energia termica necessaria per innalzare di 1 C° la temp. di 1 grammo di acqua.

L'acqua possiede un elevato **calore specifico** per la presenza dei **legami idrogeno**.

**Raffreddamento per evaporazione.**

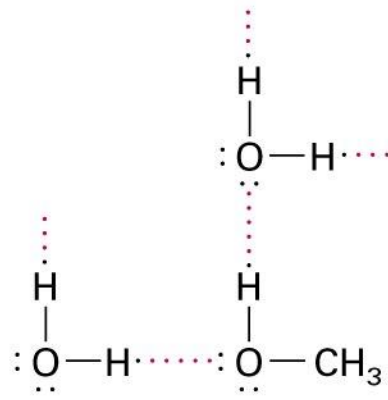


(a)

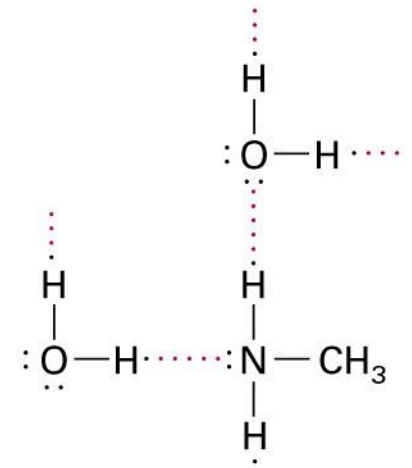


**Water-water**

(b)

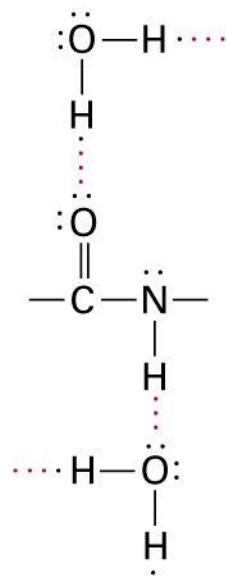


**Methanol-water**

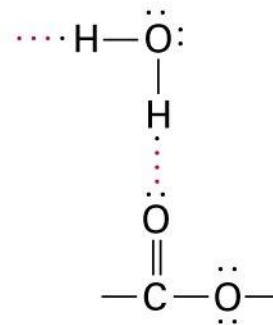


**Methylamine-water**

(c)

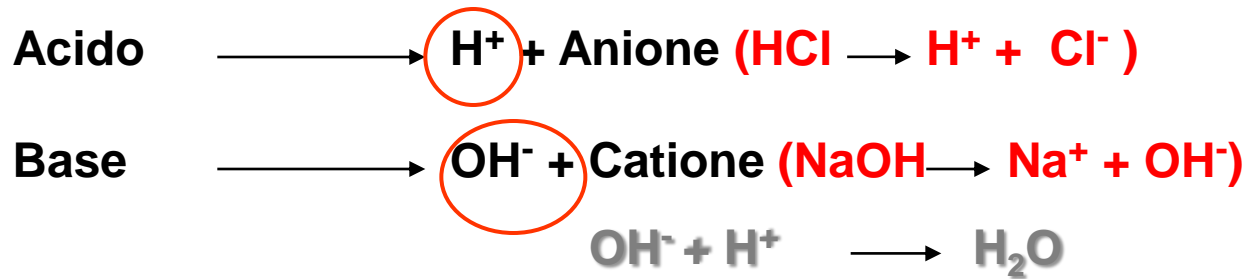


**Peptide group-water**



**Ester group-water**

**Gli acidi sono donatori di protoni, le basi sono accettori di protoni.**



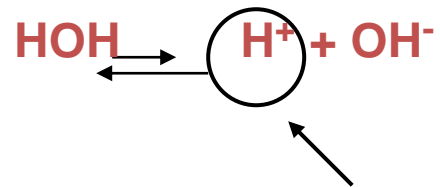
**L'acqua presenta una bassa tendenza a dissociarsi:**



**La concentrazione degli ioni idrogeno e idrossido nell'acqua pura è identica: soluzione **NEUTRA**.**

# Il pH esprime l'acidità

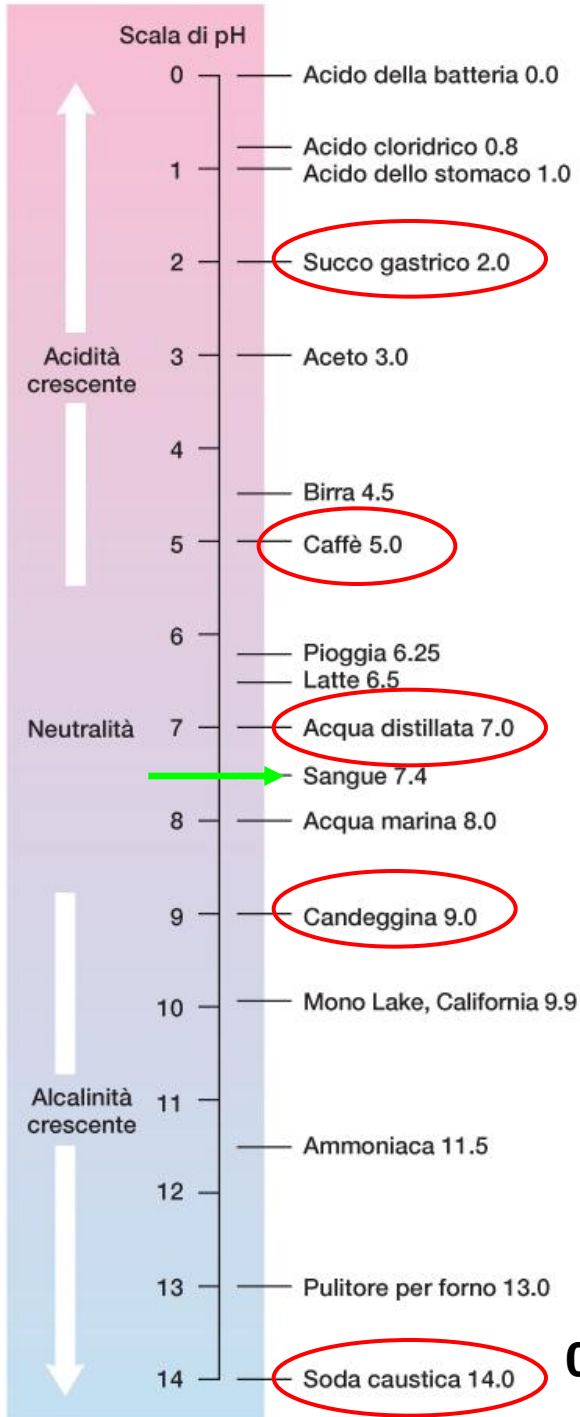
$$[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$



$$0.0000001 = 10^{-7} \text{ moli/litro}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

$$\text{pH acqua} = 7$$



$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

$$0.01 = 10^{-2} \text{ moli/litro}$$

$$0.00001 = 10^{-5} \text{ moli/litro}$$

$$0.0000001 = 10^{-7} \text{ moli/litro}$$

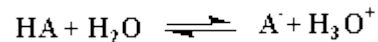
$$0.000000001 = 10^{-9} \text{ moli/litro}$$

$$0.0000000000000001 = 10^{-14} \text{ moli/litro}$$

# Sistemi tampone

*acido debole HA con la sua base coniugata A- (sotto forma ad esempio di un sale sodico NaA) in concentrazioni simili*

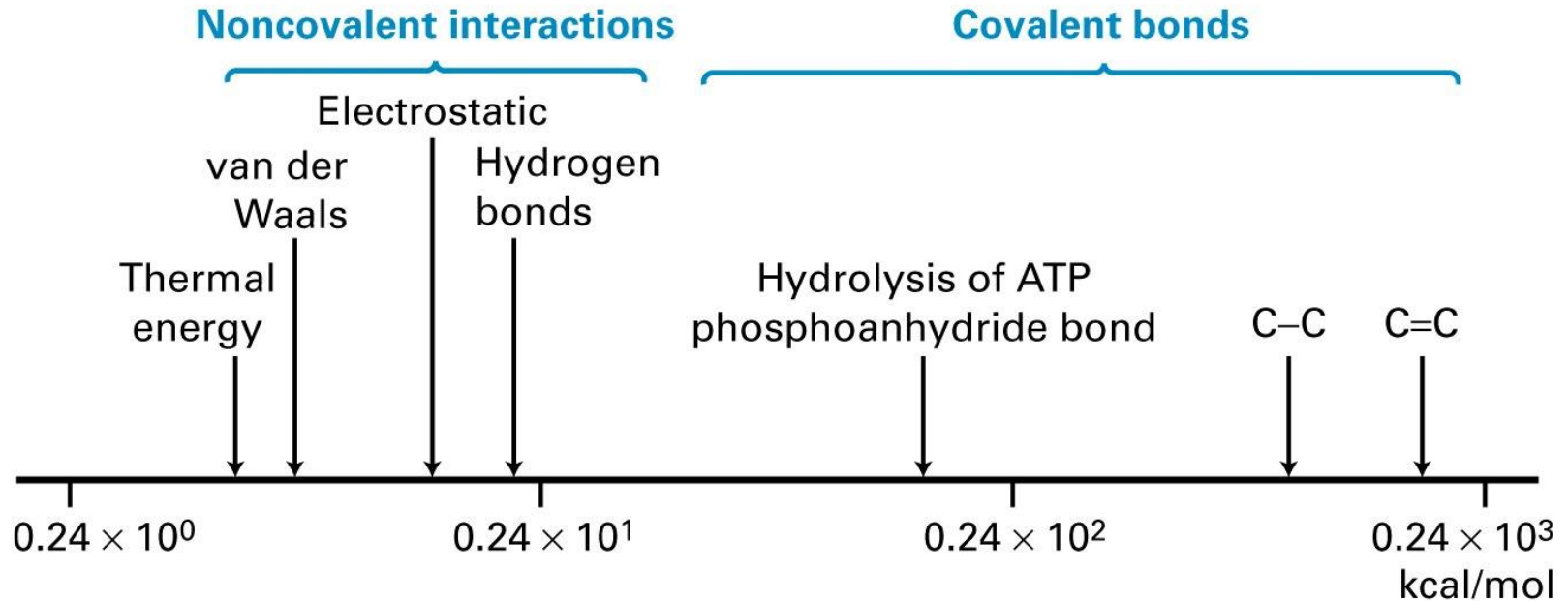
- uno dei parametri più importanti di una soluzione acquosa è la concentrazione dei protoni, [H+]. Benchè la sua concentrazione è solitamente bassa dell'ordine da  $10^{-6}$  a  $10^{-8}$  M, deve essere mantenuta in questo campo di valori affinché possa esserci la vita. Gli acidi deboli si dissociano in acqua secondo l'equilibrio



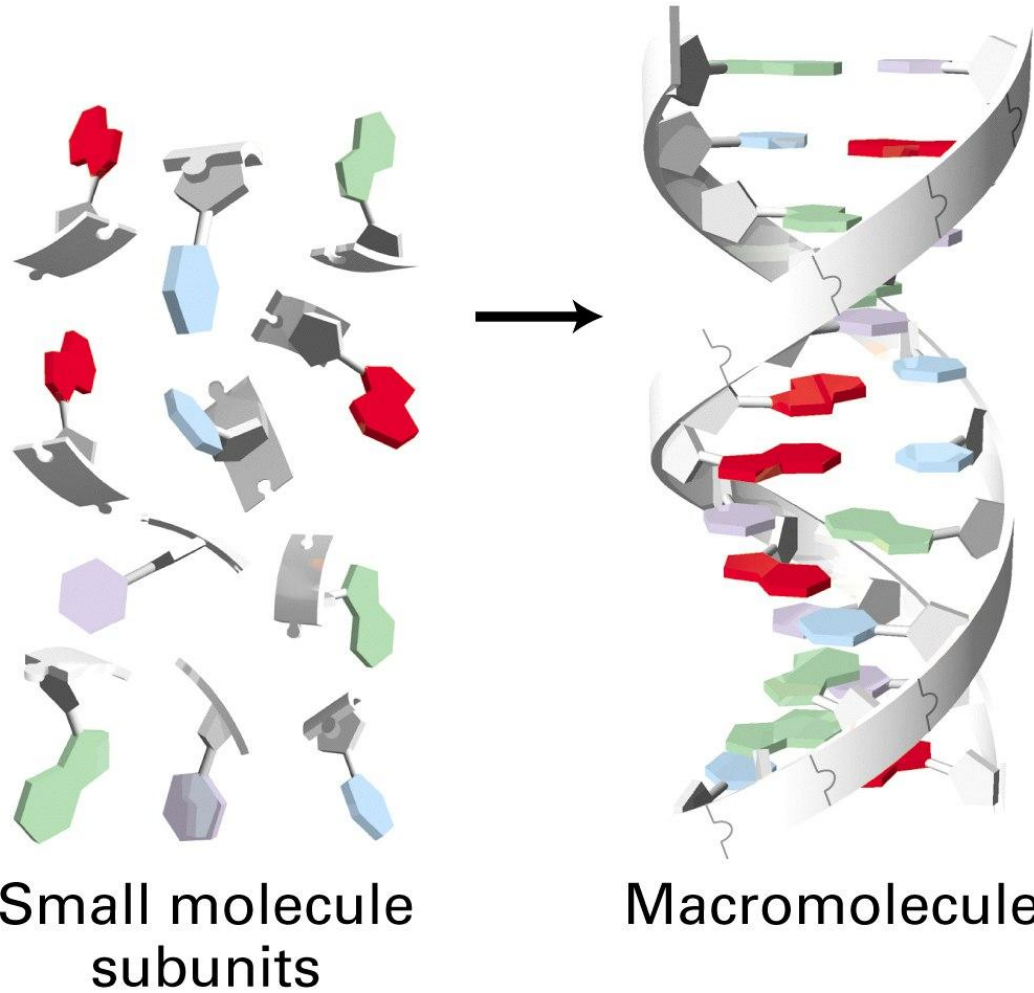
- Il sistema tampone **acido carbonico/bicarbonato** ha una proprietà unica per cui l'acido, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, è in equilibrio con il gas CO<sub>2</sub>.
- A causa di ciò, la concentrazione di H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> nel sangue è fissata dalle concentrazioni di CO<sub>2</sub> nella fase gassosa, la cui concentrazione è determinata a sua volta dalle concentrazioni di CO<sub>2</sub> nei polmoni. La CO<sub>2</sub> contenuta nei polmoni dipende dall'andamento della produzione di CO<sub>2</sub> nel metabolismo e dall'andamento del respiro.



# LE INTERAZIONI TRA ATOMI SONO DI VARIA NATURA



# I LEGAMI COVALENTI PERMETTONO LA “COSTRUZIONE” DI MACROMOLECOLE.





# La chimica della vita: i composti organici.

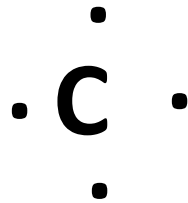
**CARBOIDRATI**

**LIPIDI**

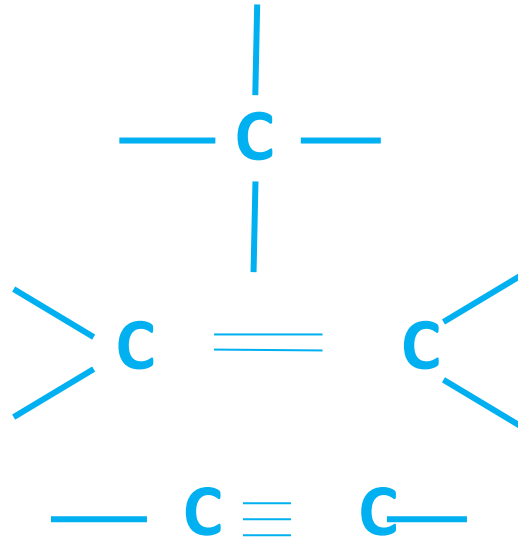
**PROTEINE**

**ACIDI NUCLEICI (DNA, RNA)**

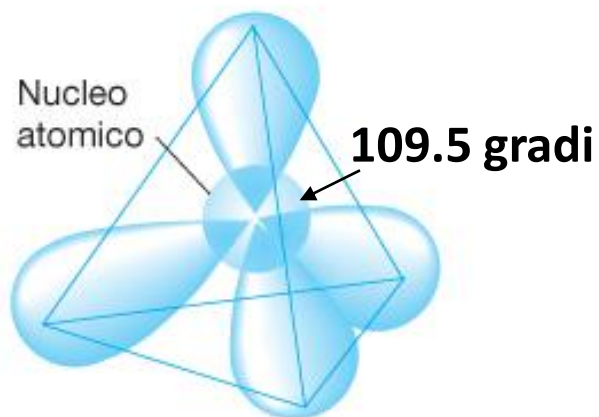
# L'atomo del carbonio (C)



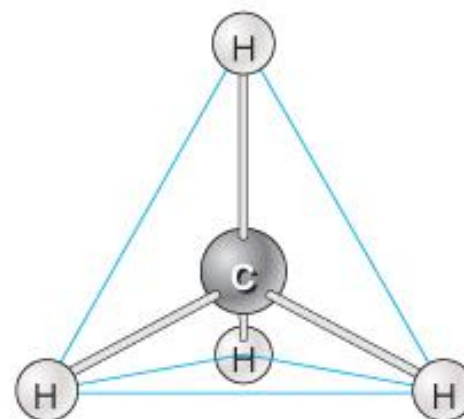
Atomo tetravalente



# I legami del carbonio



(a) Carbonio (C)

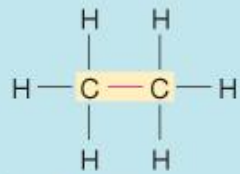


(b) Metano (CH<sub>4</sub>)

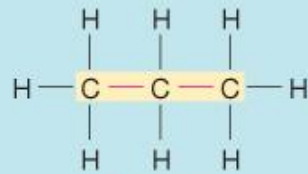


(c) Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)

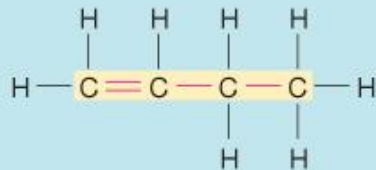
# Gli idrocarburi



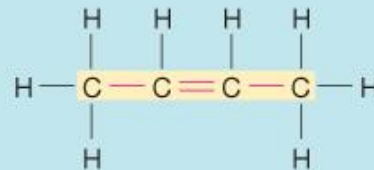
(a) **Etano**



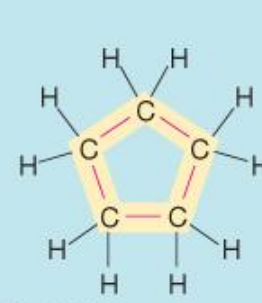
**Propano**



(b) **1-butene**



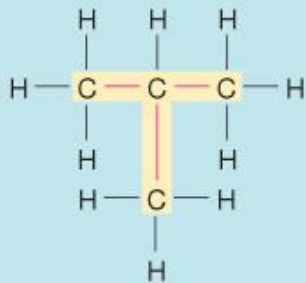
**2-butene**



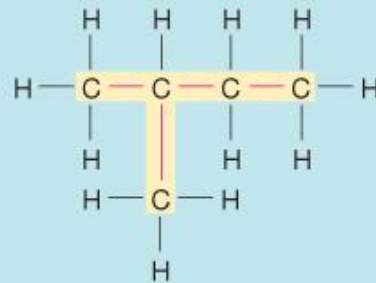
(d) **Ciclopentano**



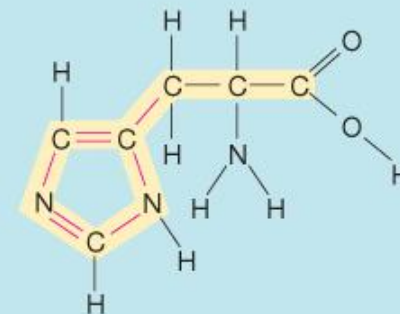
**Benzene**



(c) **Isobutano**

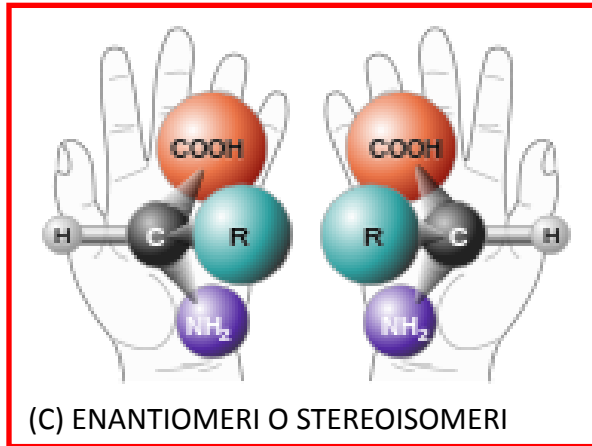
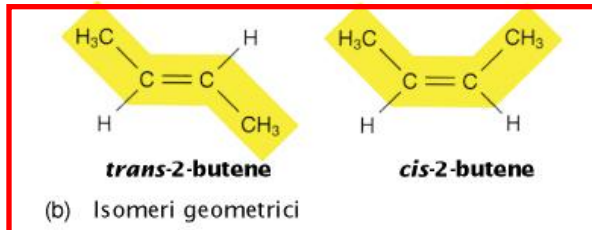
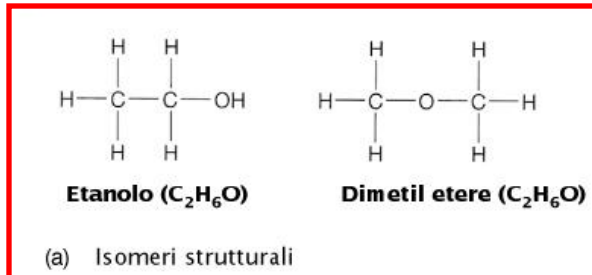


**Isopentano**

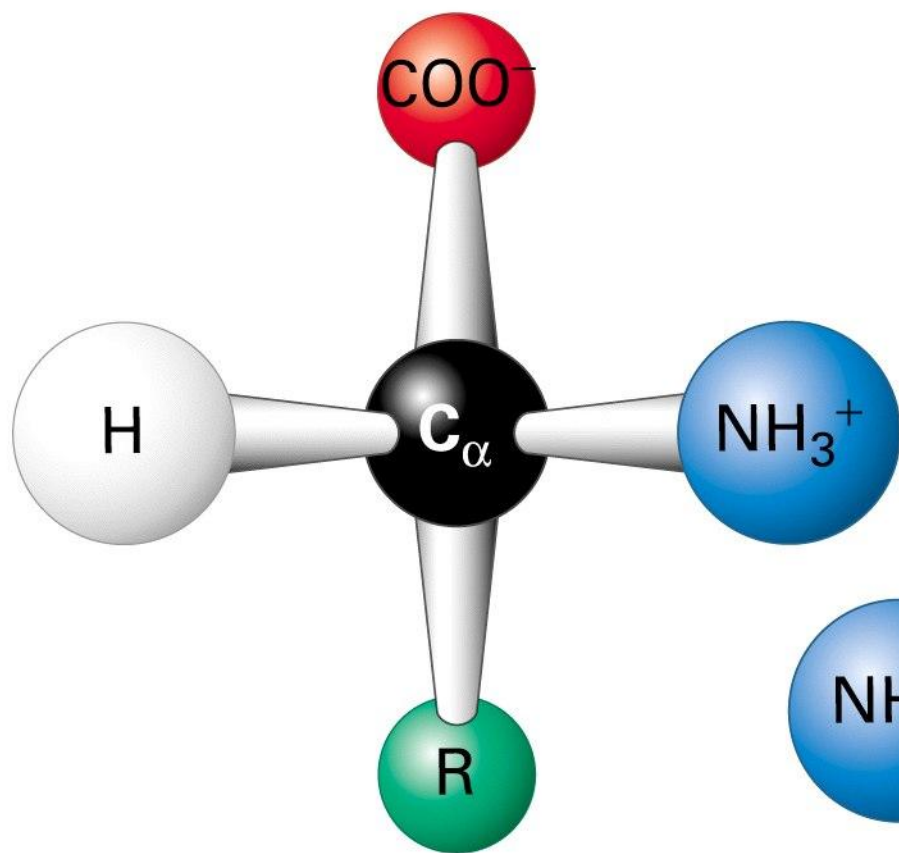


(e) **Istidina (un aminoacido)**

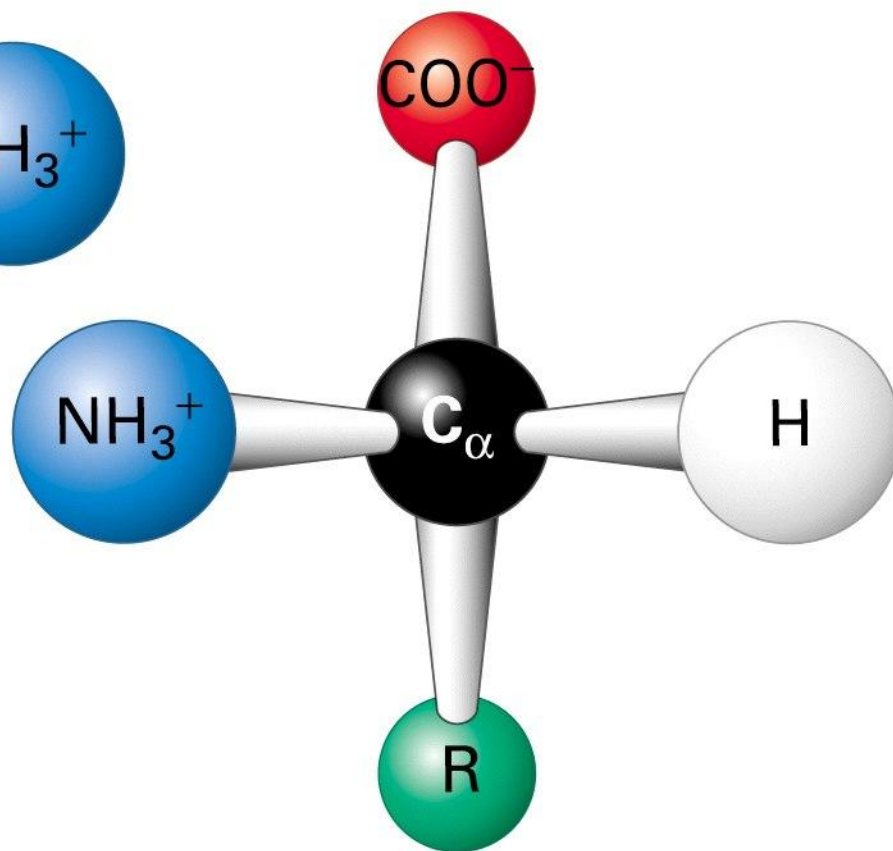
# Gli isomeri: stessa formula molecolare e differenti strutture.



- presentano proprietà chimico-fisiche diverse
- possono presentare nomi diversi
- biologicamente è attiva una delle due strutture isomeriche



**D isomer**



**L isomer**

# Gruppi reattivi legati alle molecole organiche

Gruppo funzionale	Formula di struttura	Classe di composti caratterizzati dal gruppo	Descrizione
Alcolico (ossidrile)	$R-OH$	Alcoli $\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ H-C & -C-OH \\   &   \\ H & H \end{array}$ Etanolo	Polare perché l'ossigeno elettronegativo attrae gli elettroni covalentemente
Carbonilico	$R-C(=O)H$	Aldeidi $\begin{array}{c} O \\    \\ H-C-H \end{array}$ Formaldeide	Il gruppo carbonilico è legato con almeno un atomo di H; polare perché l'ossigeno elettronegativo attrae gli elettroni covalentemente
	$R-C(=O)R$	Chetoni $\begin{array}{c} H & O & H \\   &    &   \\ H-C & -C & -C-H \\   & &   \\ H & & H \end{array}$ Acetone	Il gruppo carbonilico è legato ad altri due atomi di carbonio; polare perché l'ossigeno elettronegativo attrae gli elettroni covalentemente
Carbossilico	$R-C(=O)OH$ Non ionizzato $R-C(=O)O^- + H^+$ Ionizzato	Acidi carbossilici (acidi organici) $\begin{array}{c} NH_2 & O \\   &    \\ R-C & -C-OH \\   \\ H \end{array}$ Aminoacido	Debolmente acido; può rilasciare ioni $H^+$
Aminico	$R-NH_2$ Non ionizzato $R-NH_3^+$ Ionizzato	Amine $\begin{array}{c} NH_2 & O \\   &    \\ R-C & -C-OH \\   \\ H \end{array}$ Aminoacido	Debolmente basico; può accettare ioni $H^+$
Metilico	$R-CH_3$	Componenti di molti composti organici $\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ H-C & -C-H \\   &   \\ H & H \end{array}$ Etano	Idrocarburo; non polare

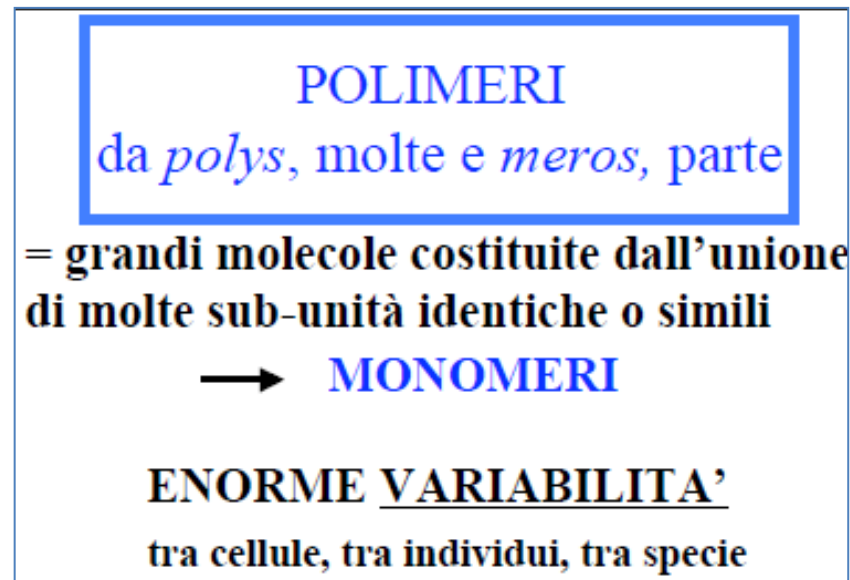


TABELLA 3-1 continua

Gruppo funzionale	Formula di struttura	Classe di composti caratterizzati dal gruppo	Descrizione
Fosfato	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{OH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ Non ionizzato $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{O}^- \\   \\ \text{O}^- \end{array} + 2 \text{H}^+$ Ionizzato	Fosfati organici $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{P}-\text{O}-\text{R} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ Esteri fosforici (come nell'ATP)	Debolmente acido; possono essere rilasciati uno o due ioni $\text{H}^+$
Sulfidrilico	$\text{R}-\text{SH}$	Tioili $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\   \quad   \quad \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \quad   \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$ Cisteina	Aiuta a stabilizzare la struttura interna delle proteine

# polimeri

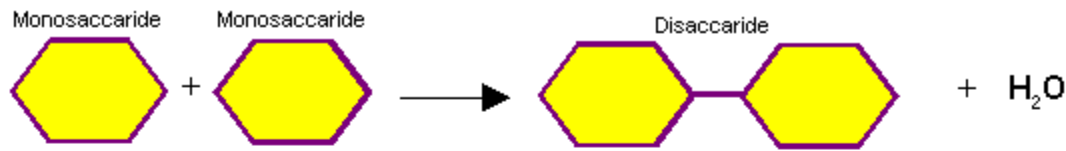
Molte molecole organiche di grandi dimensioni (**macromolecole**) sono dei **polimeri** (proteine, DNA): unione di composti organici di minori dimensioni.



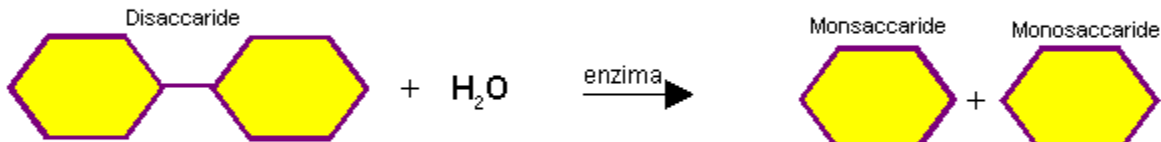
# Reazioni di condensazione e idrolisi

*L'unione di due monomeri forma un dimero;*

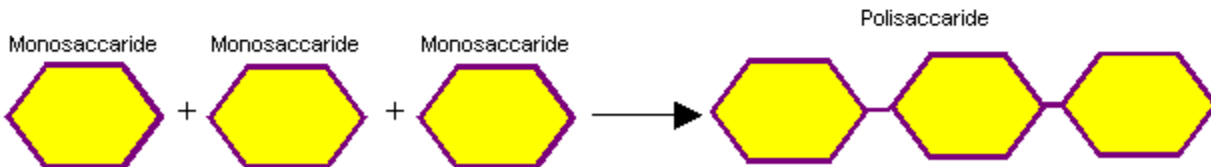
*l'aggiunta di ulteriori monomeri forma un polimero.*



**Condensazione**



**Idrolisi**



• **SINTESI DI POLIMERI:**  
processi di  
condensazione  
(disidratazione)

• **DEGRADAZIONE DI  
POLIMERI:** processi di  
idrolisi (idratazione)

**Gli enzimi che  
catalizzano le  
reazioni di  
condensazione o  
idrolisi sono  
diversi.**

# CARBOIDRATI

- ❖ monosaccaride (un solo zucchero)
- ❖ disaccaride (due zuccheri)
- ❖ polisaccaride (molti zuccheri)

- ZUCCHERI

- AMIDI

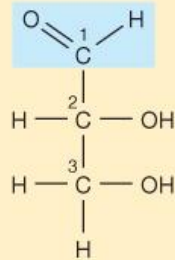
- CELLULOSA

} Funzione prevalentemente  
energetica

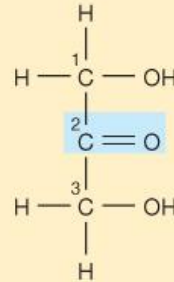
} Funzione strutturale



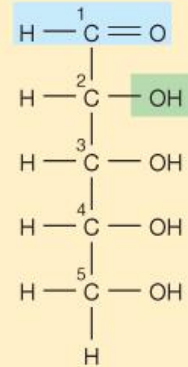
# Monosaccaridi: zuccheri semplici



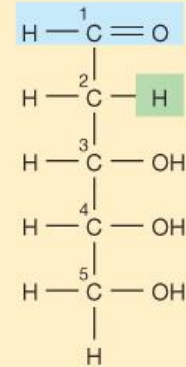
**Gliceraldeide (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>)**  
(un'aldeide)



**Diidrossiacetone (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>)**  
(un chetone)



**Ribosio (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)**  
(zucchero componente dell'RNA)

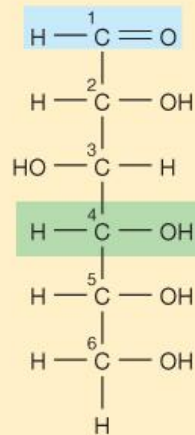


**Desossiribosio (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>)**  
(zucchero componente del DNA)

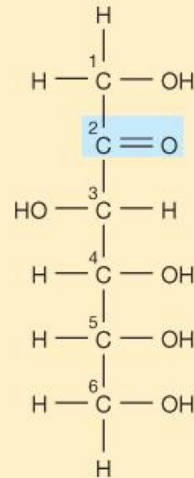
(a) Zuccheri triosi (zuccheri a 3 atomi di carbonio)

(b) Zuccheri pentosi (zuccheri a 5 atomi di carbonio)

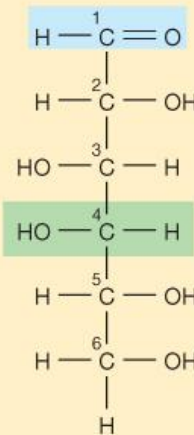
## Isomeri strutturali



**Glucosio (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)**  
(un'aldeide)



**Fruttosio (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)**  
(un chetone)



**Galattosio (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)**  
(un'aldeide)

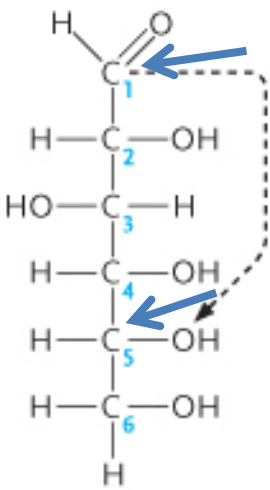
(c) Zuccheri esosi (zuccheri a 6 atomi di carbonio)

enantiomeri

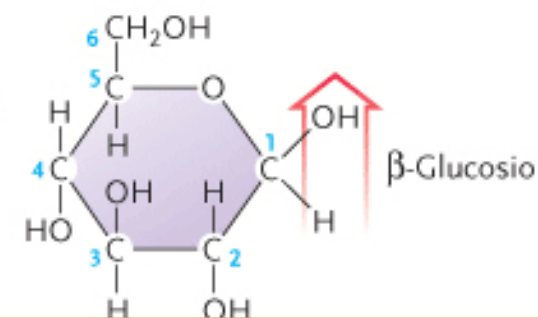
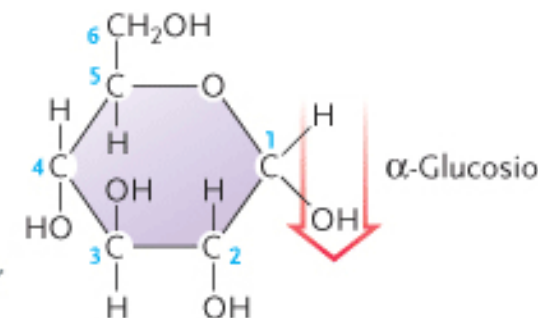
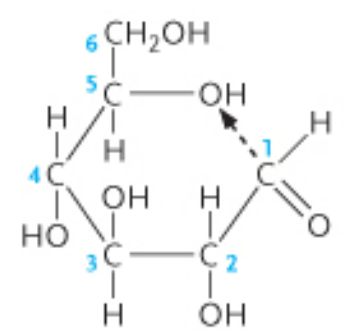
**FIGURA 3-6** | **Monosaccaridi.**

Struttura bidimensionale a catena di (a) triosi, (b) pentosi, e (c) esosi. Anche se è conveniente rappresentare i monosaccaridi in questa forma, è più corretto rappresentare i pentosi e gli esosi nella forma ad anello (vedi Figura 3-7). Il gruppo carbonilico (*in blu*) è terminale negli zuccheri aldeidici e interno in quelli chetonici. Il desossiribosio differisce dal ribosio per l'assenza di un ossigeno: un idrogeno, al posto di un gruppo ossidrilico, è legato al carbonio 2 (*in verde*). Il glucosio e il galattosio sono enantiomeri che differiscono per l'organizzazione del gruppo ossidrilico e dell'idrogeno legati al carbonio 4 (*in verde*).

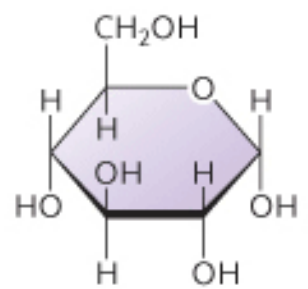
**a. Glucosio (struttura lineare)**



**b. Formazione di strutture cicliche del glucosio**

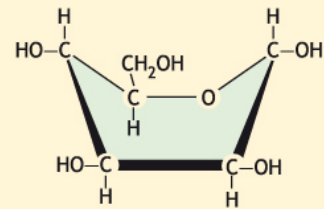


**c. Proiezione di Haworth**

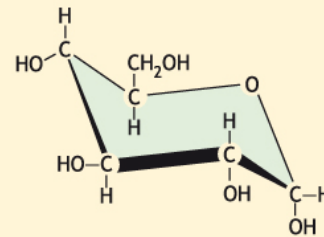


**d. Modello a spazio pieno**





Forma a barca

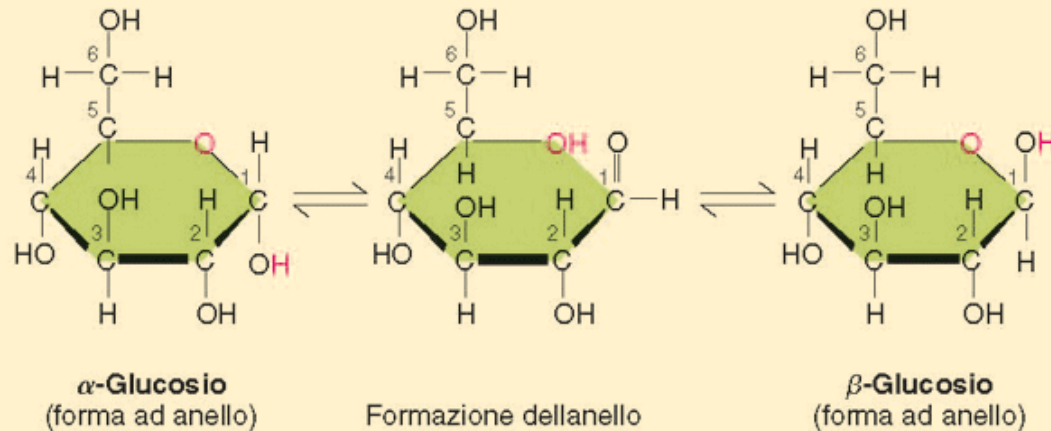


Forma a sedia

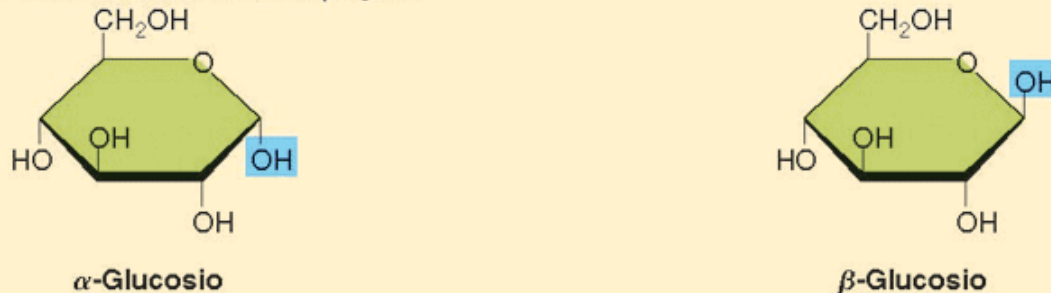
**Figura 1.12** Disposizioni spaziali dell'anello piranosico dei monosaccaridi (es.:  $\alpha$ -D-glucosio).



# Il glucosio

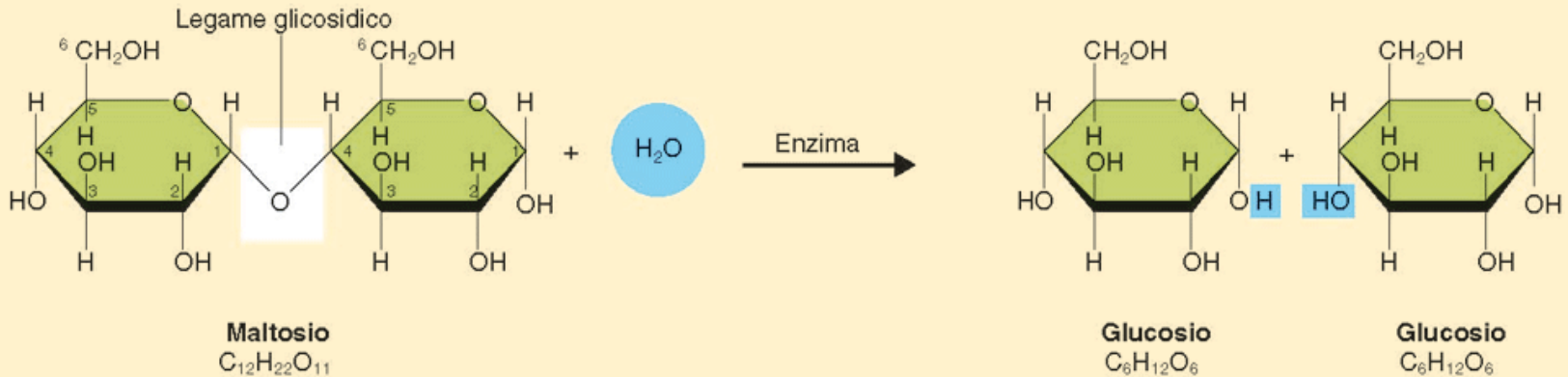


(a) Il glucosio, se sciolto in acqua, subisce un riarrangiamento degli atomi, dando origine ad una delle sue due strutture ad anello:  $\alpha$ -glucosio o  $\beta$ -glucosio. Anche se il disegno non è in grado di rendere l'idea della struttura tridimensionale, i legami rappresentati con una linea più spessa che si trovano nella parte bassa dell'anello servono a rappresentare quella parte della molecola che si protenderebbe fuori dalla pagina.

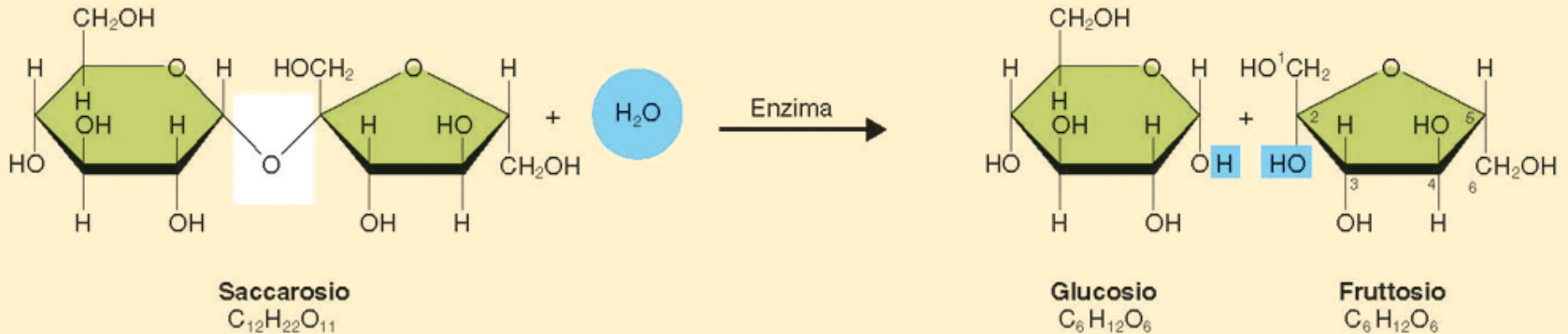


(b) Le principali differenze esistenti tra l' $\alpha$ -glucosio e il  $\beta$ -glucosio risultano più immediate osservando queste strutture semplificate. Si assume per convenzione che, se non è indicato nessun altro atomo, ad ogni angolo dell'anello sia presente un atomo di carbonio. Sono stati omessi anche molti degli atomi di idrogeno.

# I disaccaridi: due unità monosaccaridiche



(a) Il maltosio può essere scisso (come durante la digestione) per formare due molecole di glucosio. Il legame glicosidico viene rotto mediante una reazione di idrolisi che richiede l'aggiunta di acqua.



(b) Il saccarosio può essere idrolizzato per produrre una molecola di glucosio ed una di fruttosio.

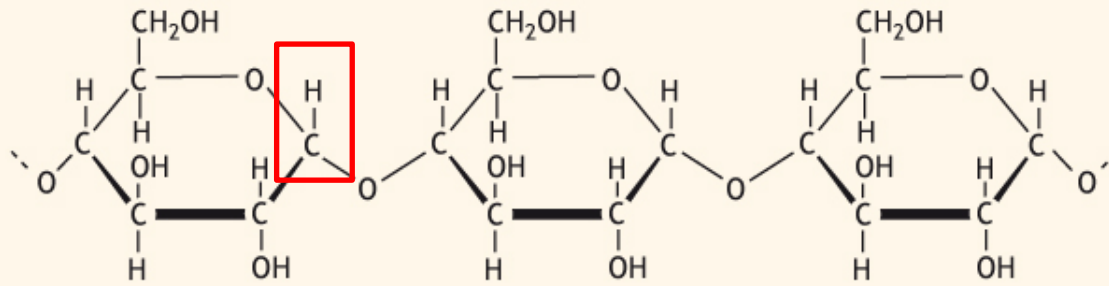
# I polisaccaridi: numerose unità monosaccaridiche

- AMIDO (amilosio e amilopectina)
- GLICOGENO
- CELLULOSA

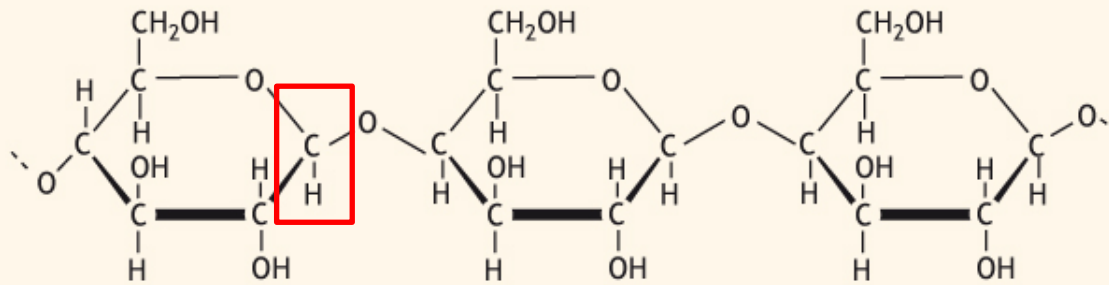
Costituiti da glucosio in migliaia di unità.  
Catene lineari o ramificate.

$\alpha$  1,4

amilosio



a)

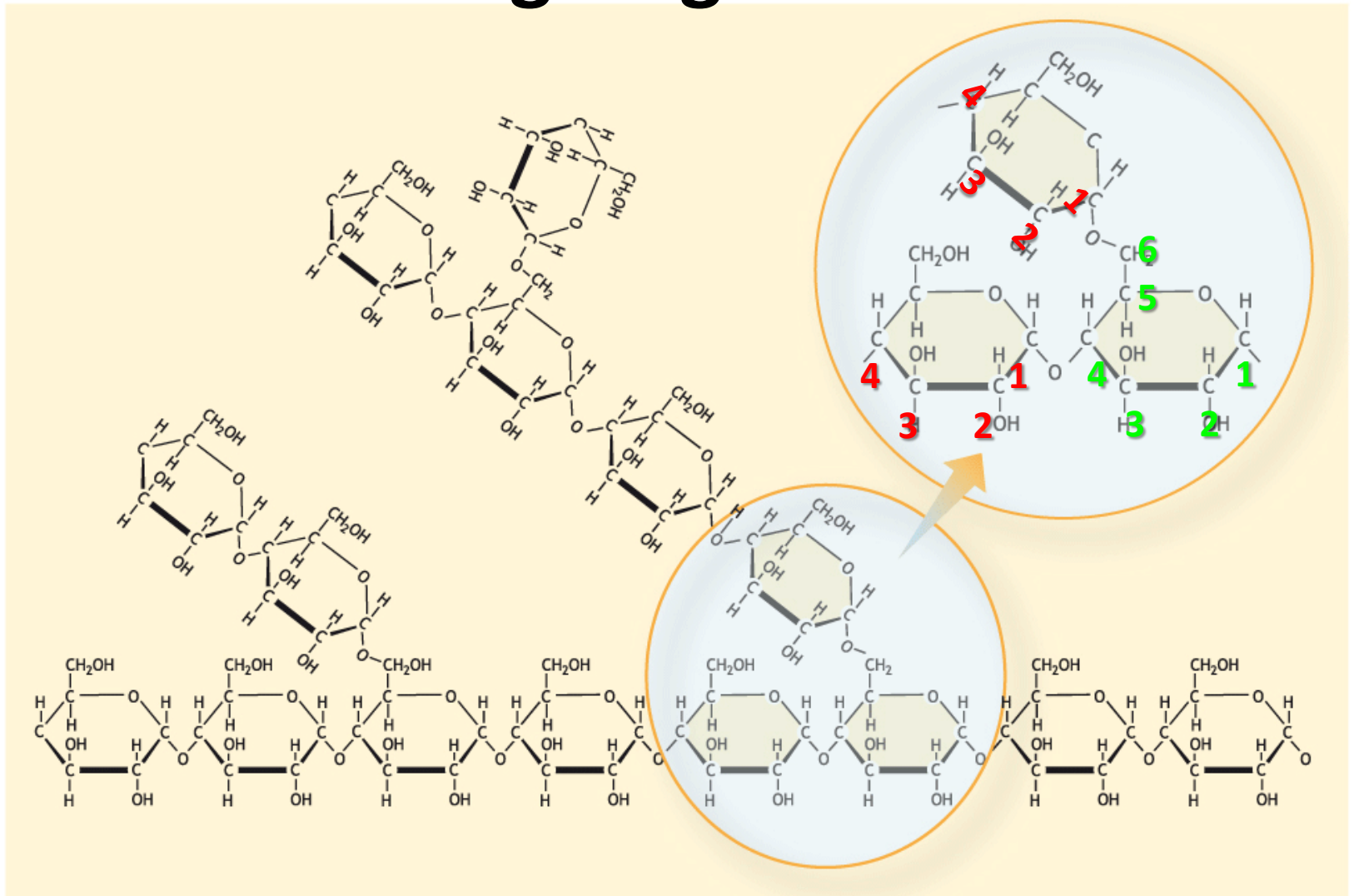


b)

$\beta$  1,4

cellulosa

# Il glicogeno



**Figura 1.21 Frammento di una molecola di glicogeno.** Le catene sono costituite da unità di glucosio unite da legami  $\alpha$ -1  $\rightarrow$  4-glicosidici; le ramificazioni si inseriscono sulle catene principali mediante legami  $\alpha$ -1  $\rightarrow$  6-glicosidici.

## Alcuni carboidrati complessi modificati svolgono ruoli particolari

- **AMMINOZUCCHERI** (-OH → -NH<sub>2</sub>)  
(glucosamina, galattosamina)
- **GLICOPROTEINE**
- **GLICOLIPIDI**

# I lipidi

**Consistenza oleosa**

**Insolubili in acqua**

**Costituiti da C, H e O**

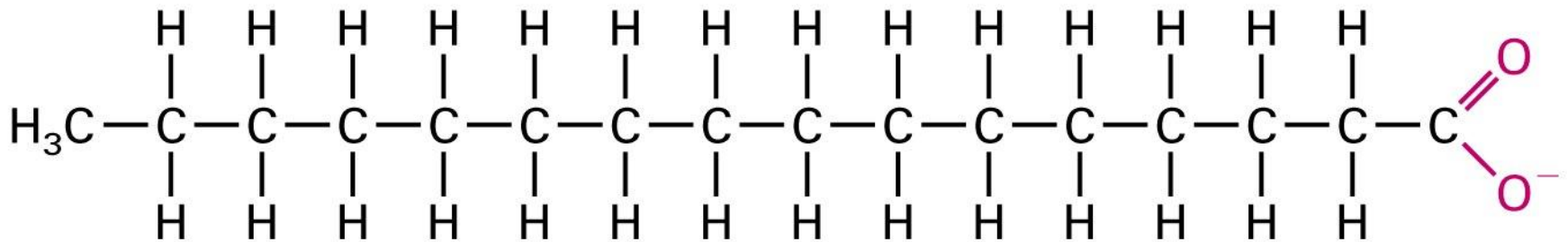
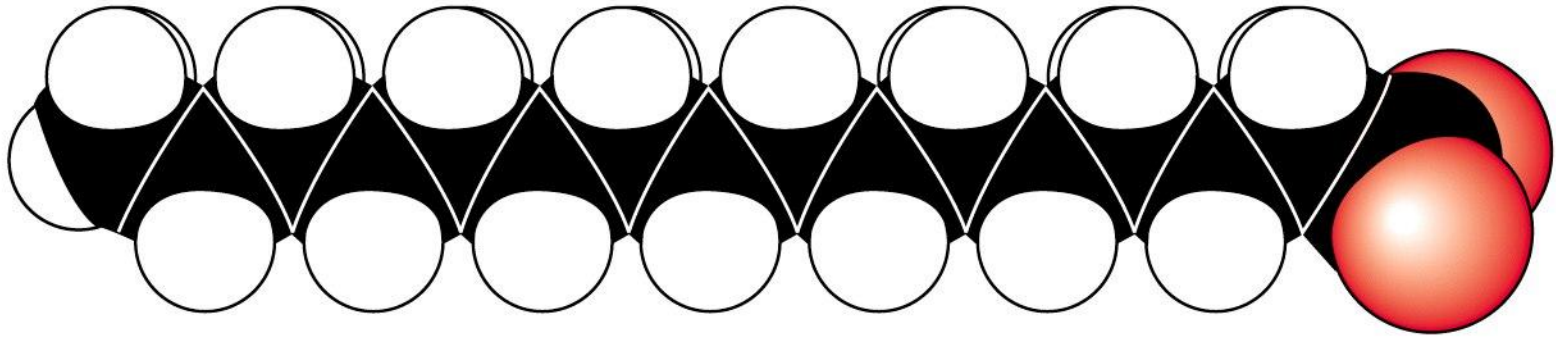
- **GRASSI**
- **FOSFOLIPIDI**
- **STEROIDI**
- **CAROTENOIDI**
- **CERE**

**Funzione energetica**

**Funzione strutturale**

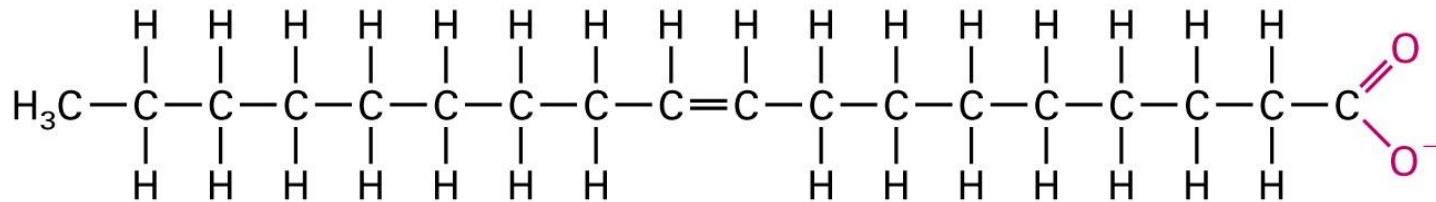
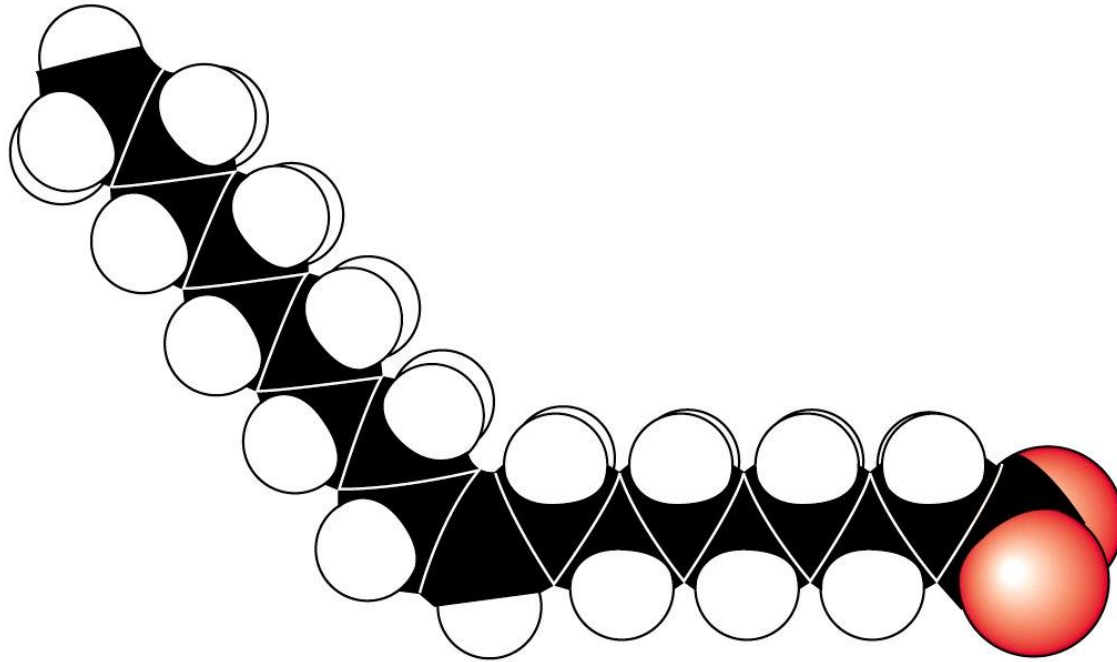


# ACIDI GRASSI SATURI



**Palmitate**  
**(ionized form of palmitic acid)**  
**16 ATOMI DI CARBONIO**

# ACIDI GRASSI INSATURI



**Oleate**

**(ionized form of oleic acid)**

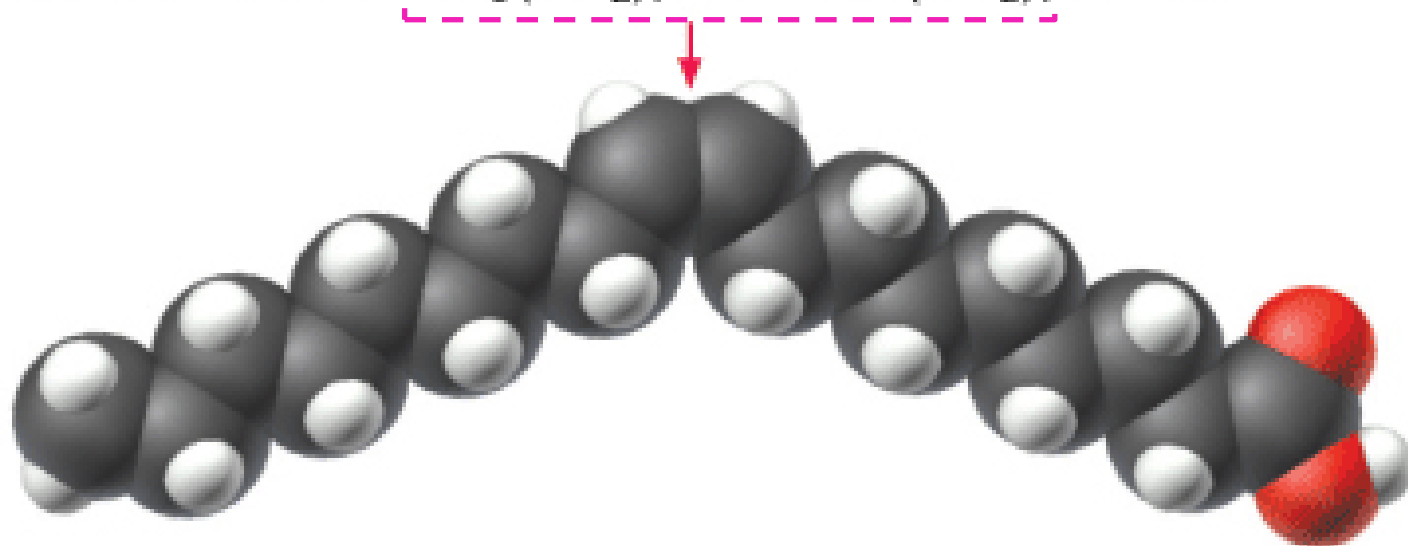
**(L'acido grasso più abbondante in natura)**

**18ATOMI DI CARBONIO**

a. Acido stearico,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$



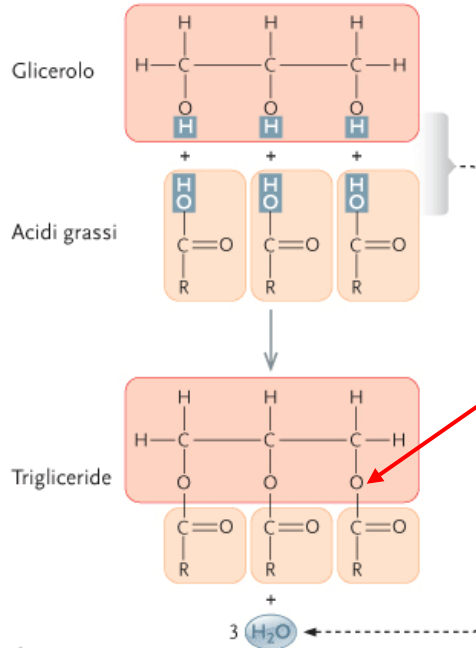
b. Acido oleico,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$



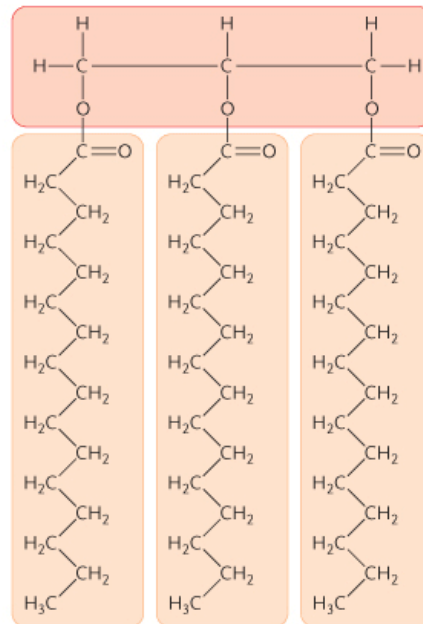
# TRIGLICERIDI

## Legame esterico

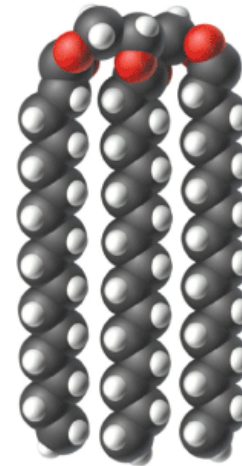
### a. Sintesi di un trigliceride



### b. Gliceril palmitato



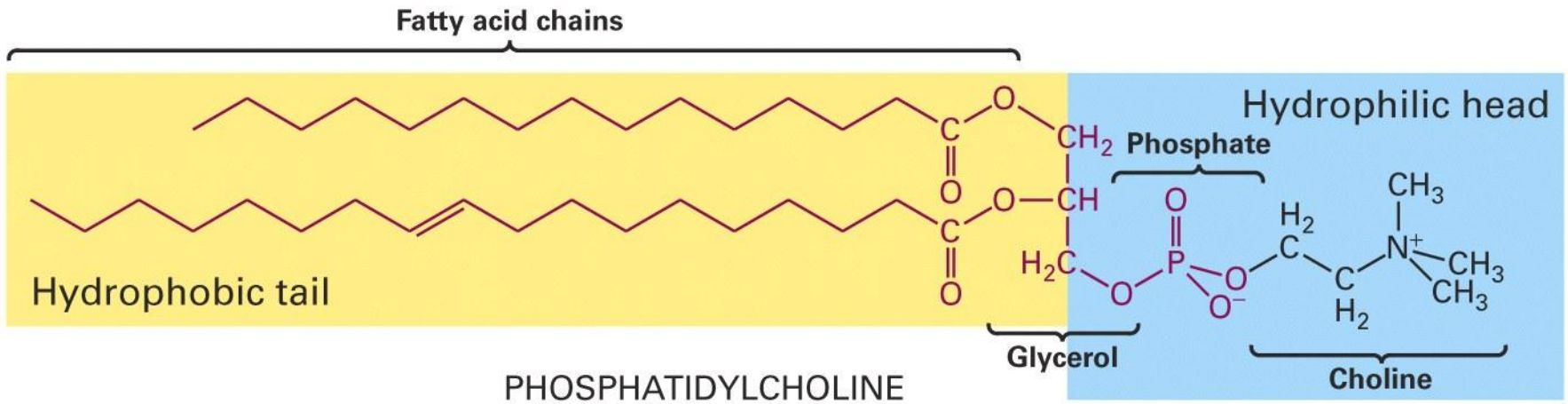
### c. Modello di trigliceride



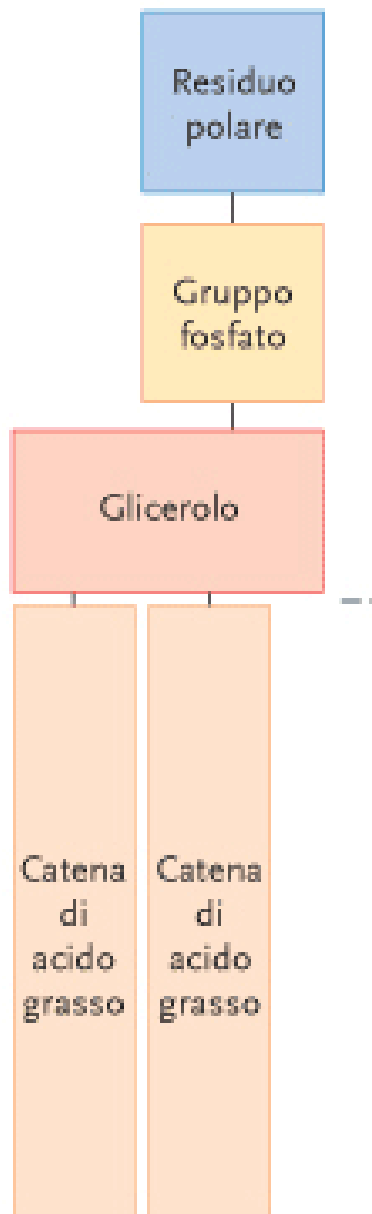
### Figura 3.9

**Trigliceridi.** (a) Sintesi di un trigliceride mediante condensazione di una molecola di glicerolo con tre acidi grassi. Il gruppo R rappresenta la catena idrocarburica degli acidi grassi. Per ognuno dei tre legami formati, le due componenti dell'acqua (in blu) vengono liberate dal glicerolo e dagli acidi grassi. (b) Struttura chimica e (c) modello a spazio pieno del gliceril palmitato, un trigliceride.

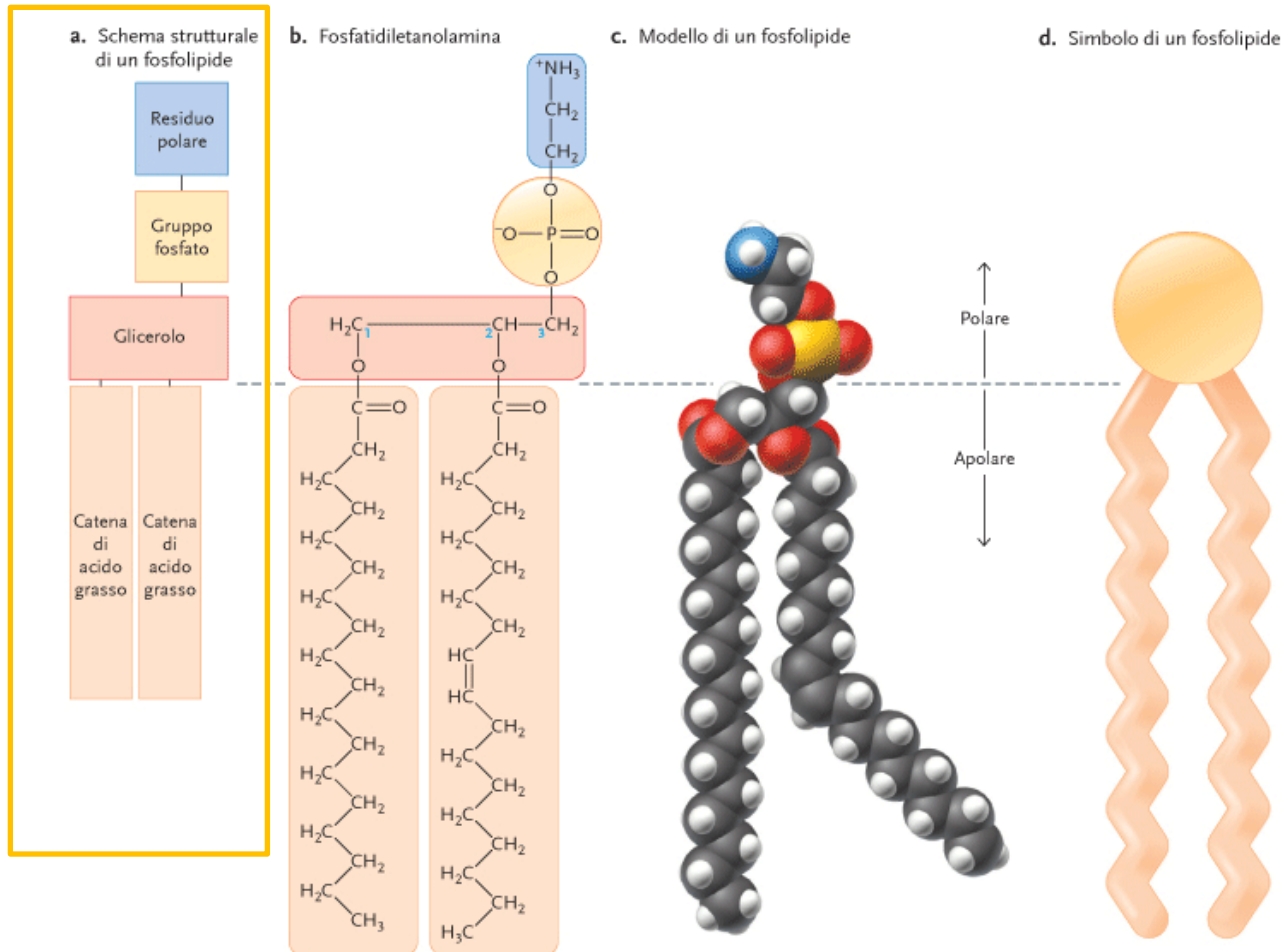
# I FOSFOLIPIDI: lipidi anfipatici.



a. Schema strutturale di un fosfolipide



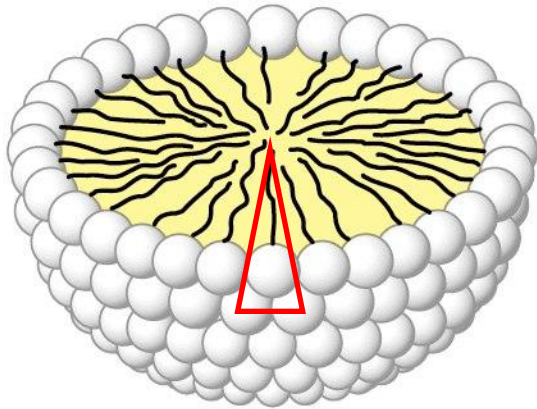
# FOSFOLIPIDI



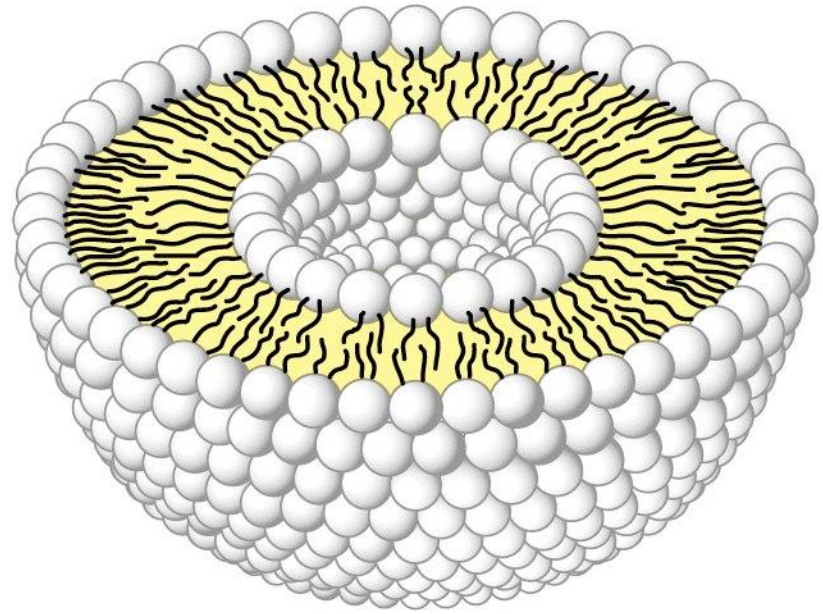
**Figura 3.12**

**Struttura di un fosfolipide.** **(a)** L'organizzazione strutturale dei componenti molecolari nei fosfolipidi. **(b)** La fosfatidiletanolamina, un fosfolipide comune nelle membrane. **(c)** Il modello a spazio pieno della fosfatidiletanolamina. La piega strutturale nella catena di acido grasso di destra è conseguenza della presenza di un doppio legame a quel livello. **(d)** Simbolo ampiamente utilizzato per raffigurare una molecola fosfolipidica quando si vuole rappresentarne la struttura in una membrana cellulare. La sfera simboleggia l'estremità polare della molecola, mentre le linee a zig-zag indicano le catene di acidi grassi non polari.

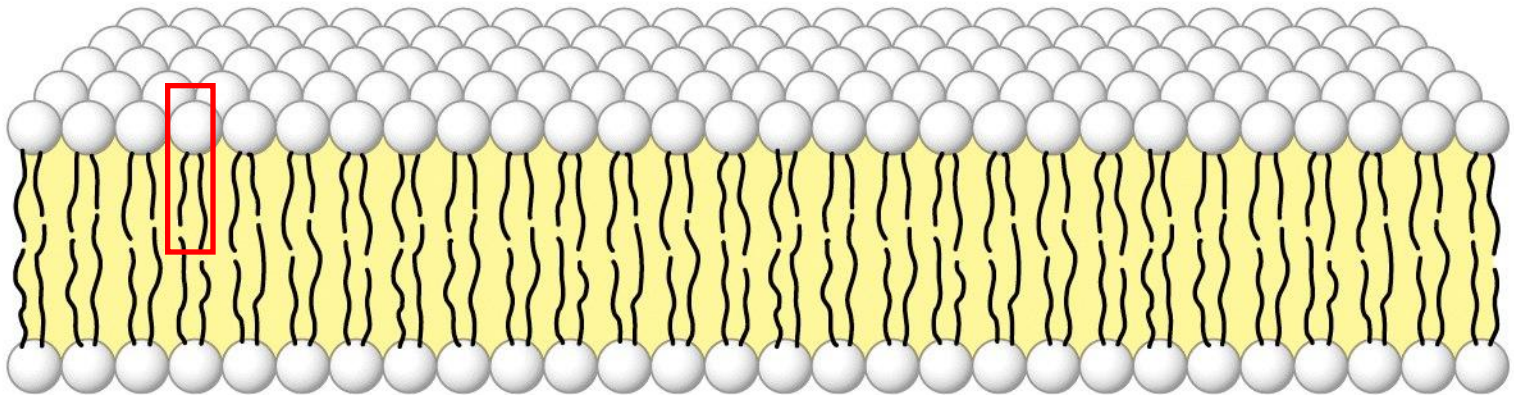




Micelle

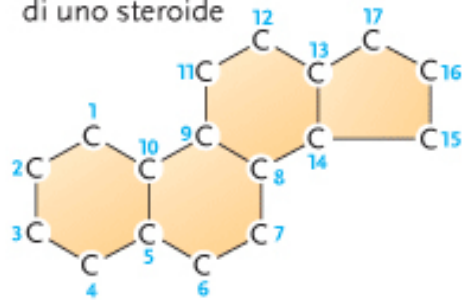


Liposome

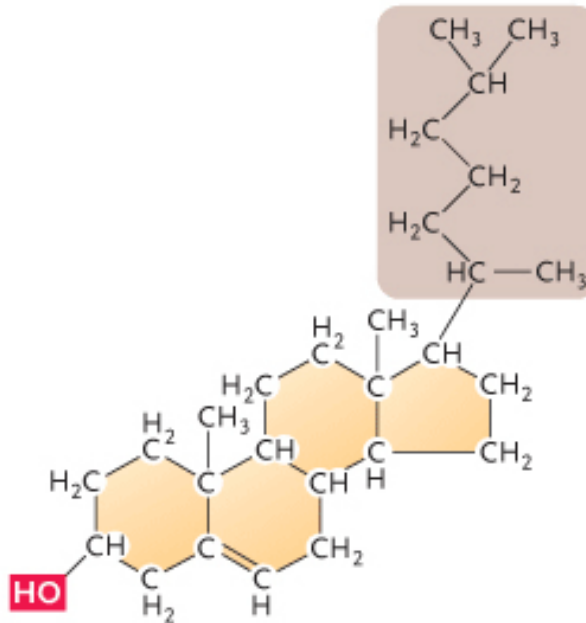


Phospholipid bilayer

- a. Organizzazione degli anelli di carbonio nella struttura di uno sterone



- b. Il colesterolo, uno sterolo



**Ciclopentanoperidrofenantrene :**  
 (idrocarburo tetraciclico composto da una molecola di peridrofenantrene fusa ad un ciclopentano) struttura base degli steroli e degli steroidi

**COLESTEROLO**

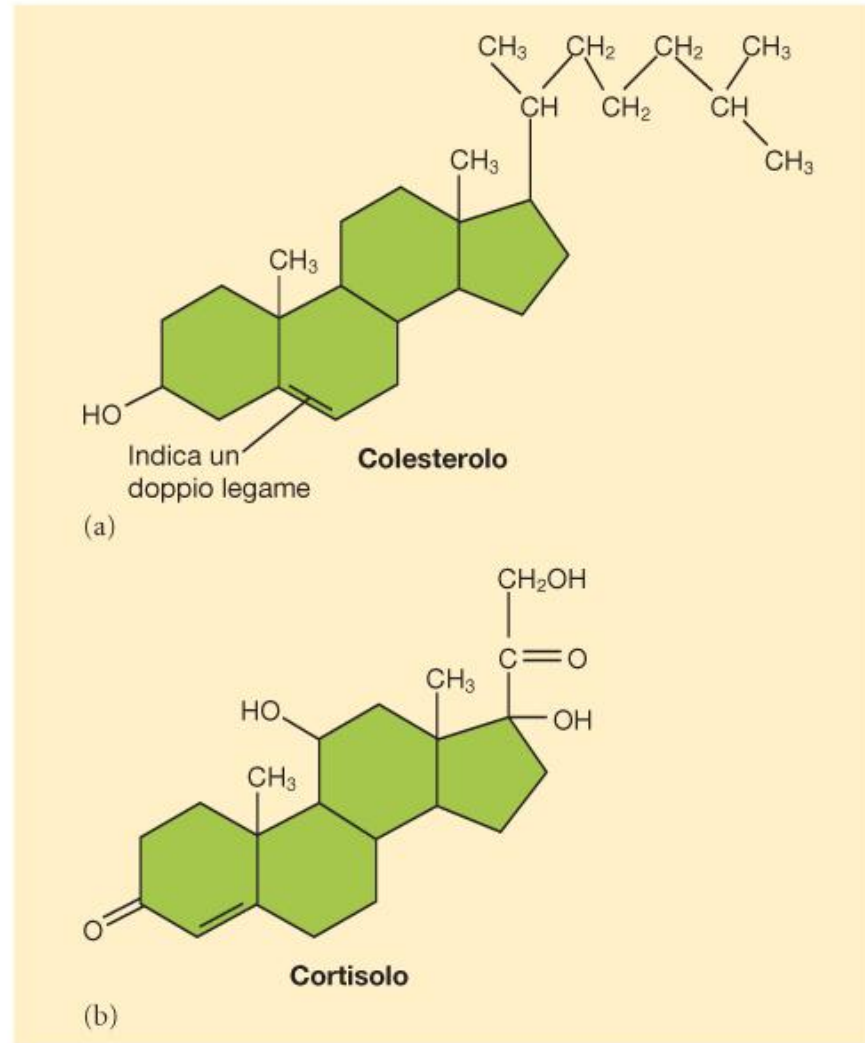
# Gli steroidi contengono 4 anelli carboniosi

- Colesterolo

- Sali biliari

- Ormoni sessuali

- Ormoni secreti dalla corteccia surrenale



# Le proteine sono macromolecole formate da aminoacidi.

## Versatilità

Componenti cellulari e tissutali

Enzimi

regolazione -Ormoni

Messaggeri chimici

Molecole di difesa cellulare

trasporto

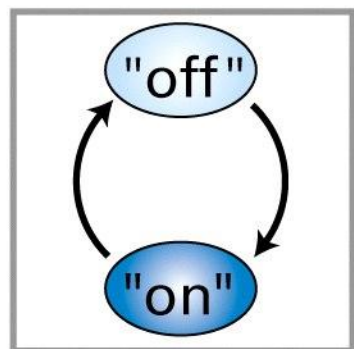
riserva

## Specie-specificità

## Specificità inter-individuale

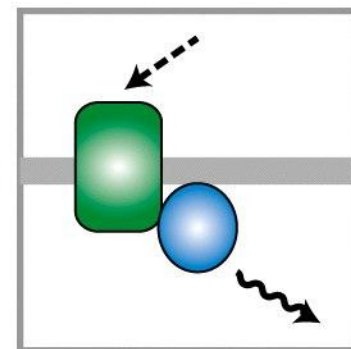
# Supramolecular (large-scale assemblies)

(b)



Regulation

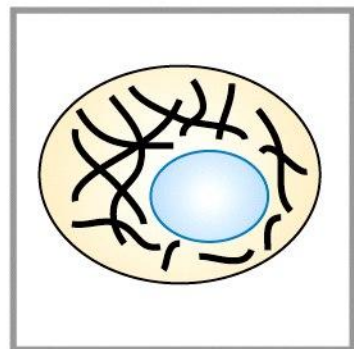
Signaling



Structure

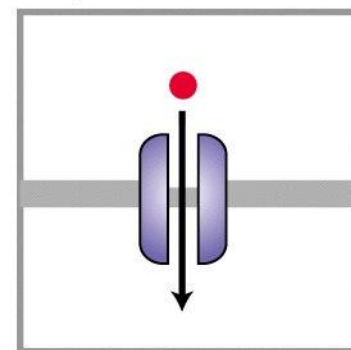
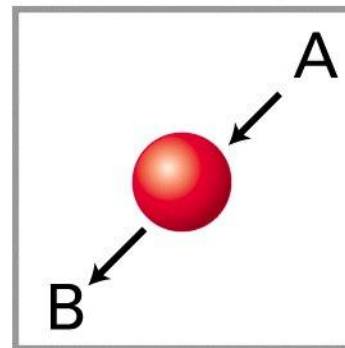
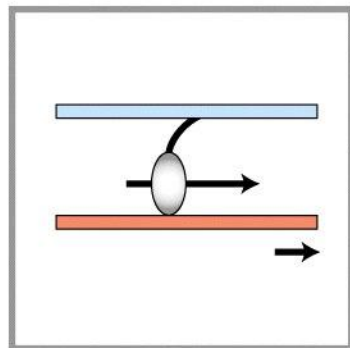
**FUNCTION**

Transport

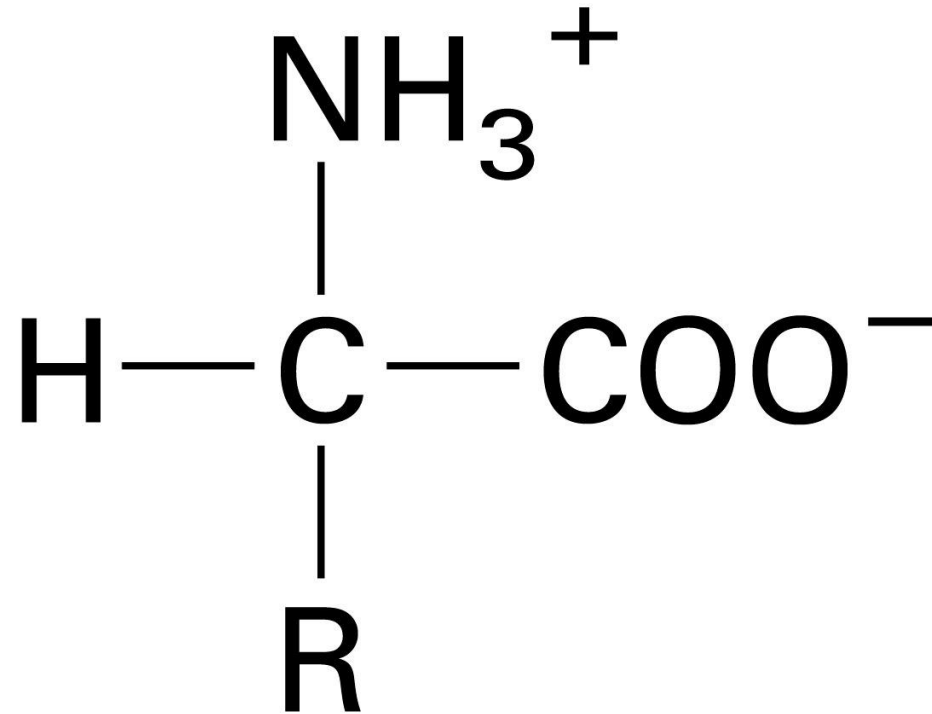


Movement

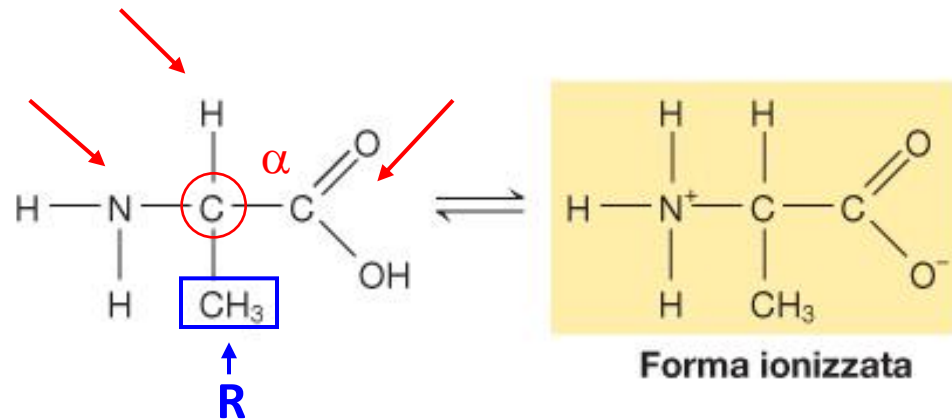
Catalysis



**Gli aminoacidi sono le subunità che costituiscono le proteine.**



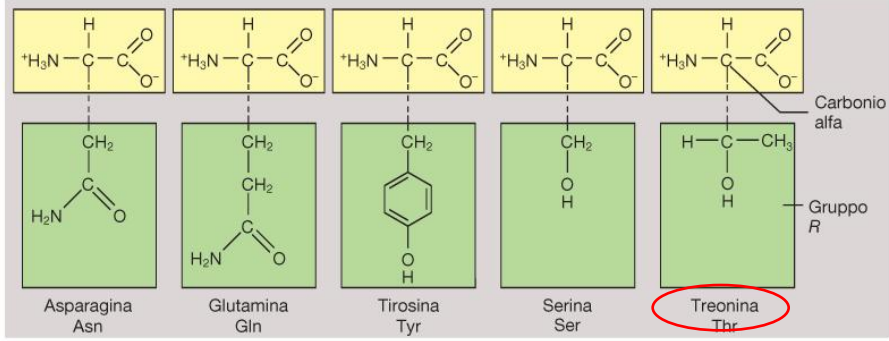
# Gli aminoacidi sono le subunità che costituiscono le proteine



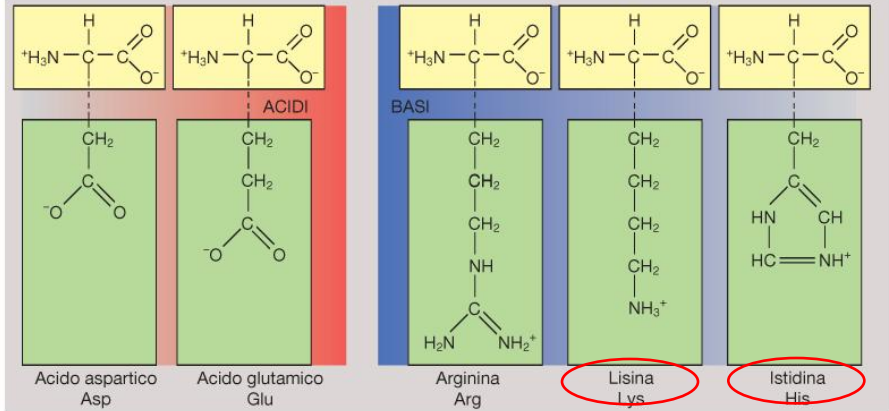
Le **proteine** sono costituite da **20 aminoacidi diversi**, caratterizzate da diversi gruppi R.



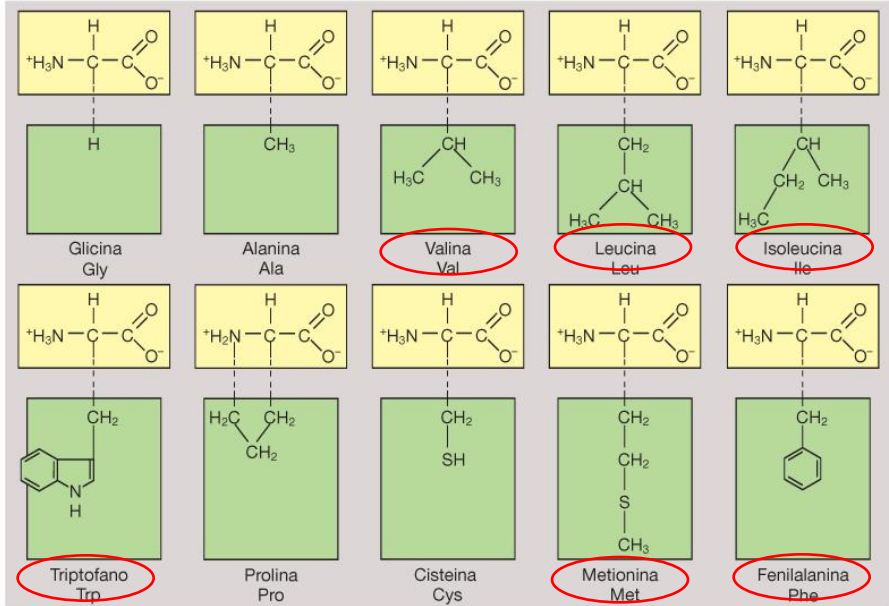
POLARI



ELETTRICAMENTE CARICHI

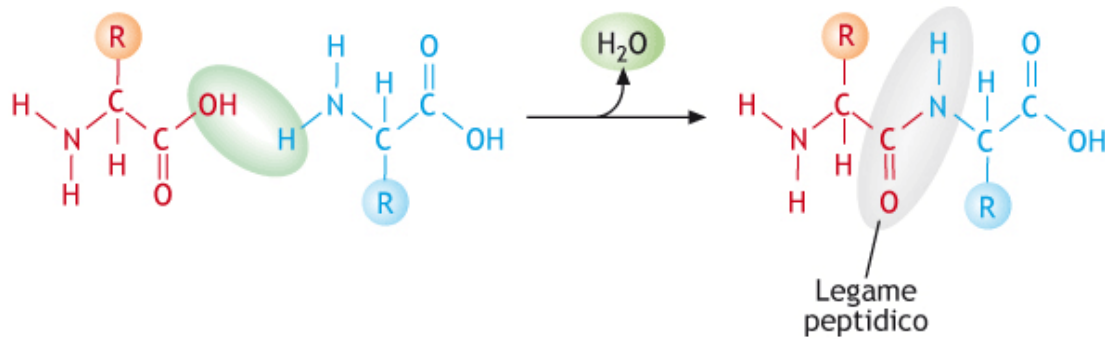


NON POLARI



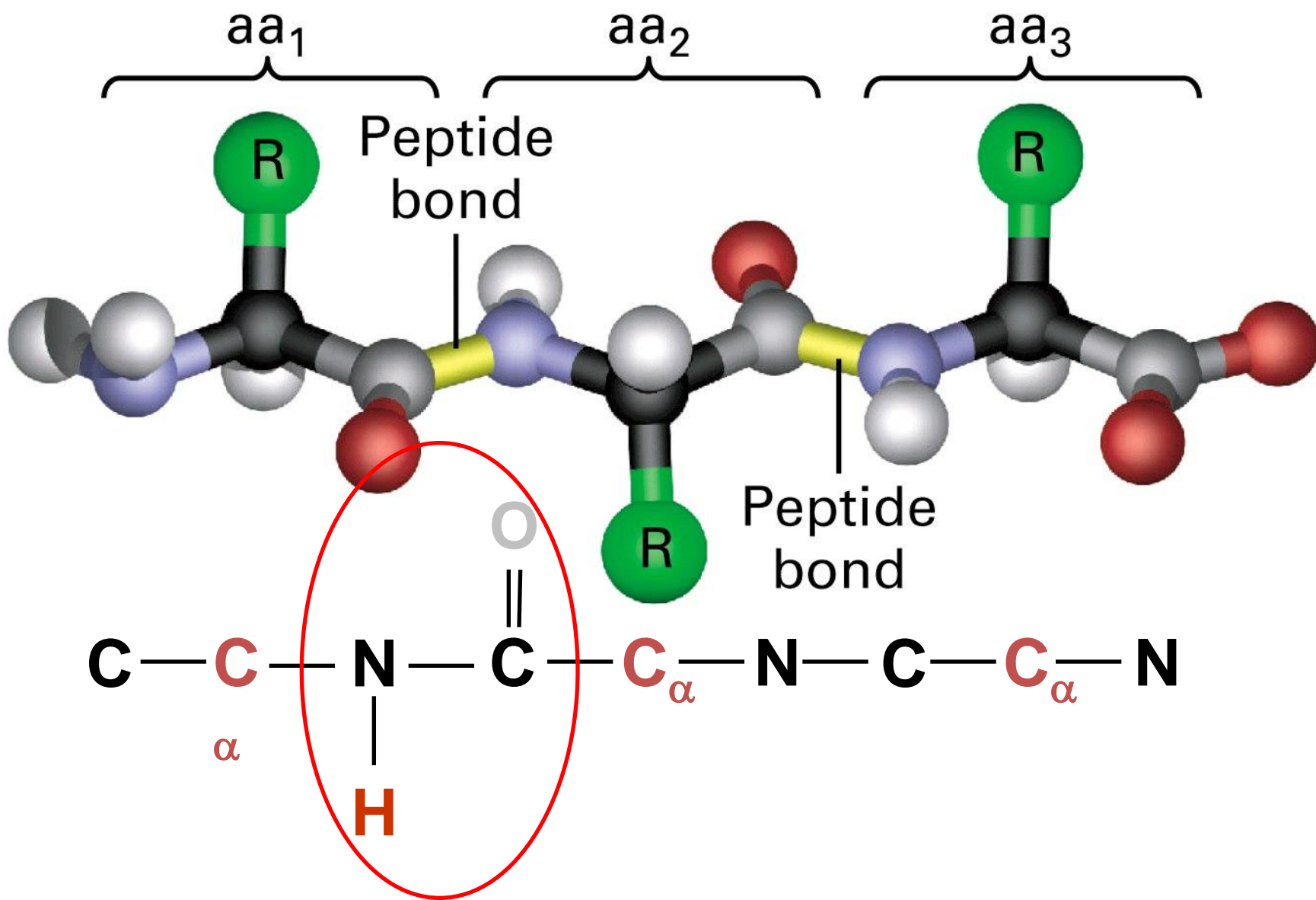


# Le catene polipeptidiche sono formate da aminoacidi



**Figura 1.28** Il legame peptidico.

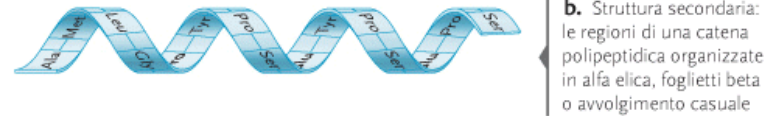
↑  
Reazione di  
condensazione



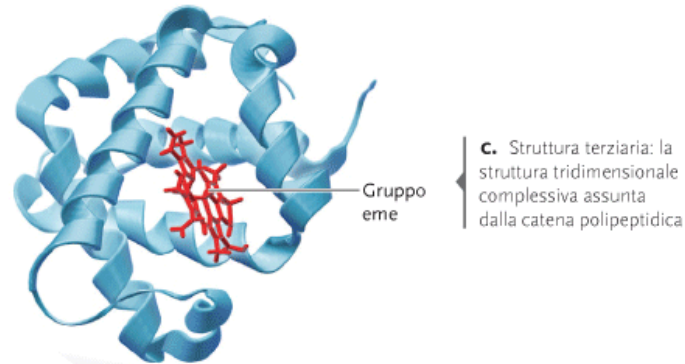
# Le strutture proteiche presentano quattro livelli di organizzazione.



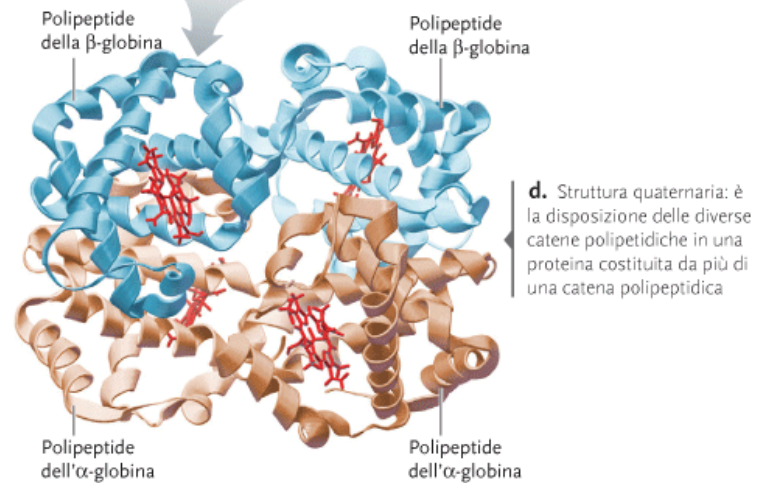
**Strutt. primaria**



**Strutt. secondaria**

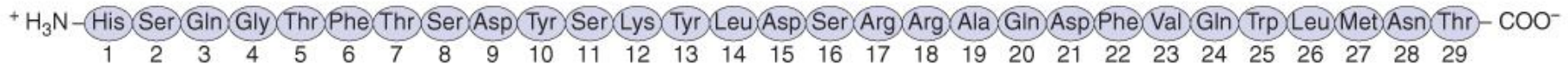


**Strutt. Terziaria**



**Strutt. Quaternaria**

**La struttura primaria è rappresentata dalla sequenza aminoacidica.**



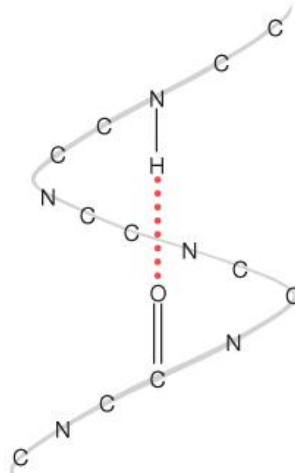
**Glucagone:**

**è un polipeptide di piccole dimensioni costituito da 29 aa.**

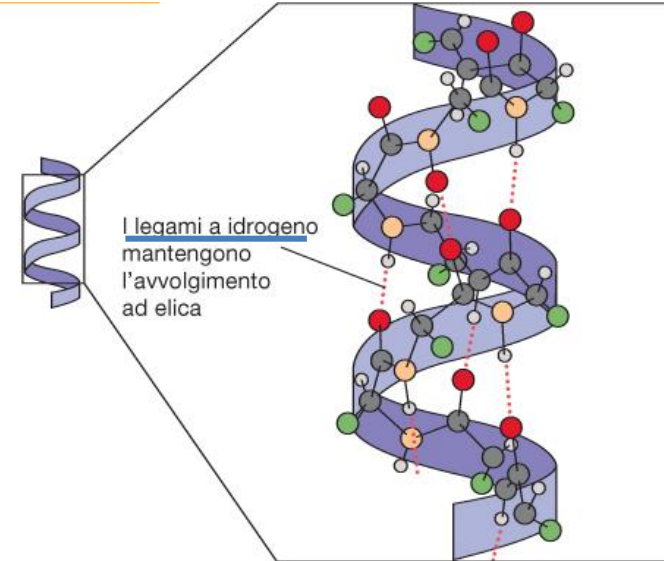
# LA STRUTTURA SECONDARIA DERIVA DAI LEGAMI A IDROGENO TRA ELEMENTI DELLO SCHELETRO AMINOACIDICO. .

## $\alpha$ -elica

Lana  
Capelli  
Pelle  
Unghie



(a)

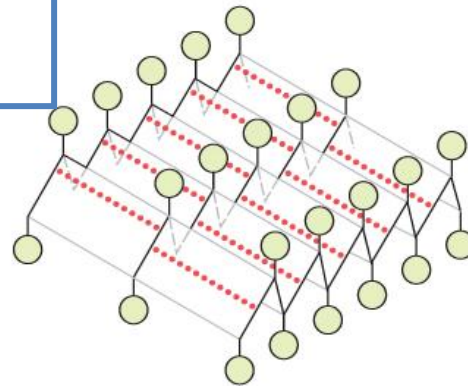


CHIAVE:

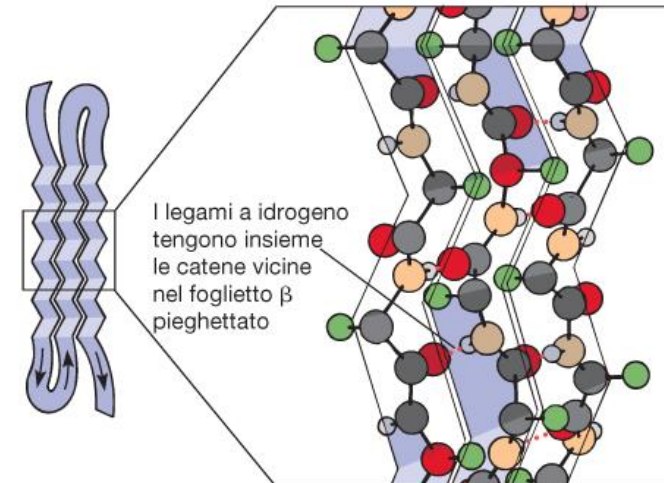
- Atomo di carbonio
- Atomo di ossigeno
- Atomo di azoto
- Atomo di idrogeno
- Gruppo R

## $\beta$ -planare a foglietto ripiegato

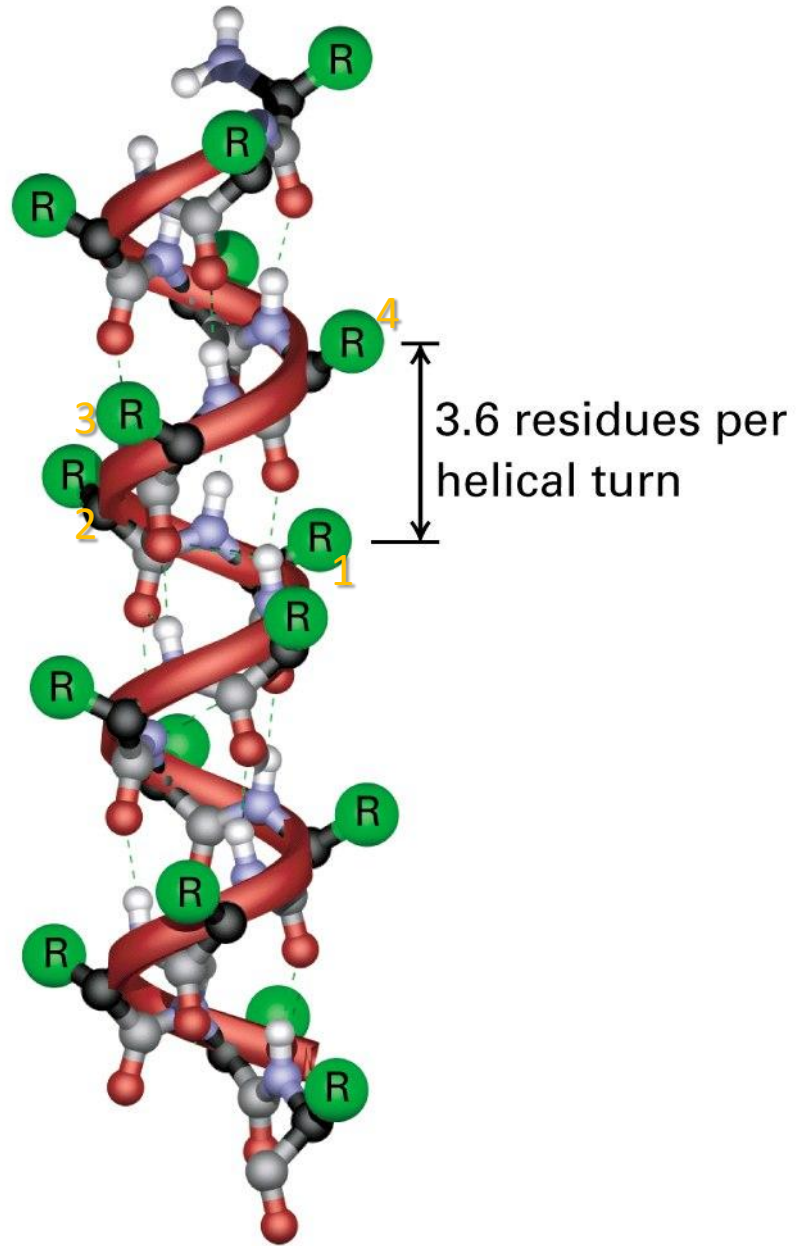
Fibroina  
(seta)



(b)



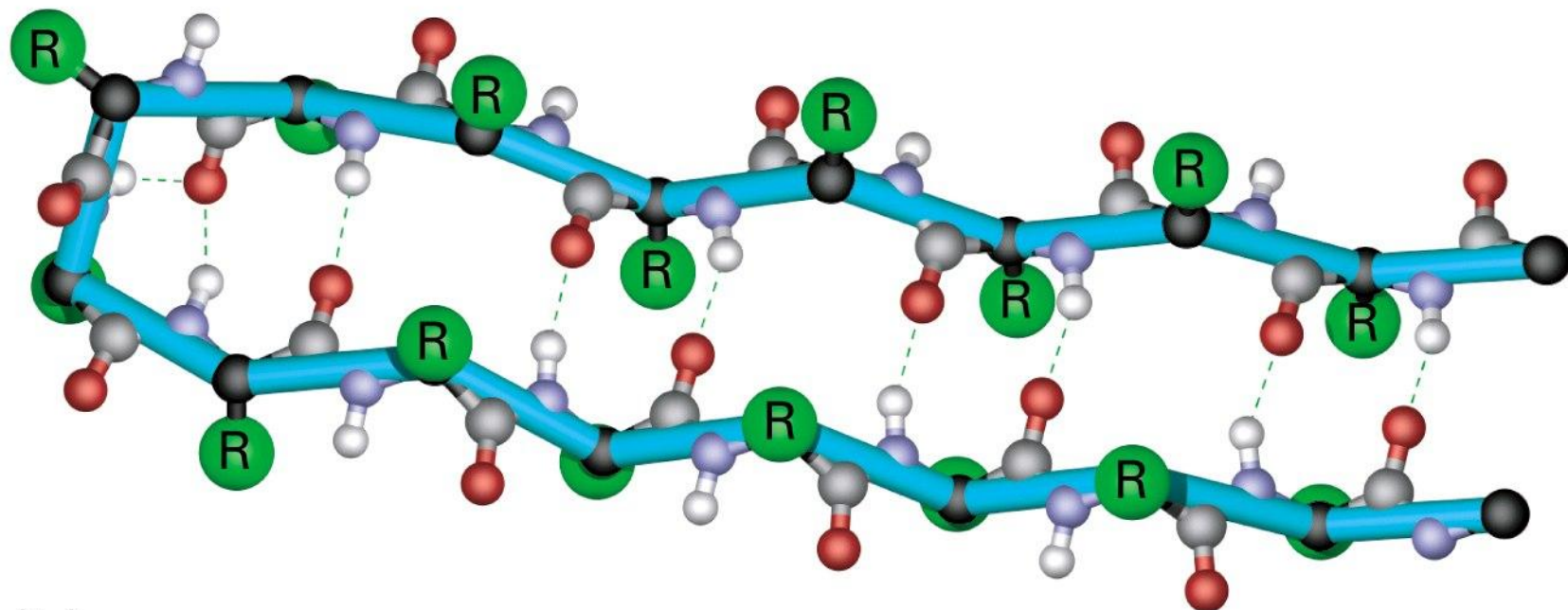
alfa-elica



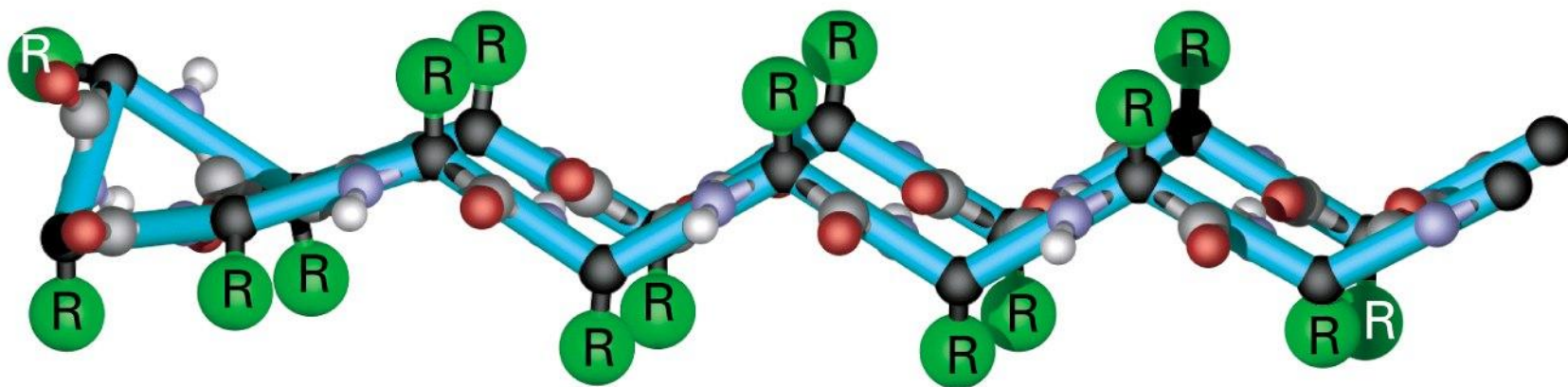


beta-planare a foglietto ripiegato

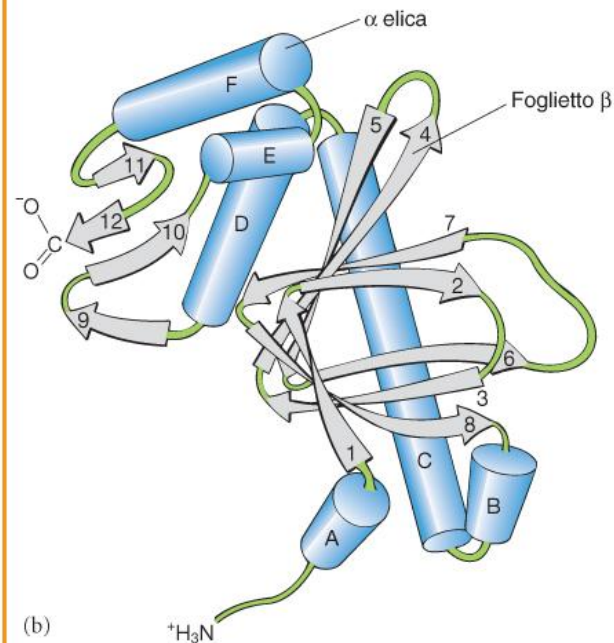
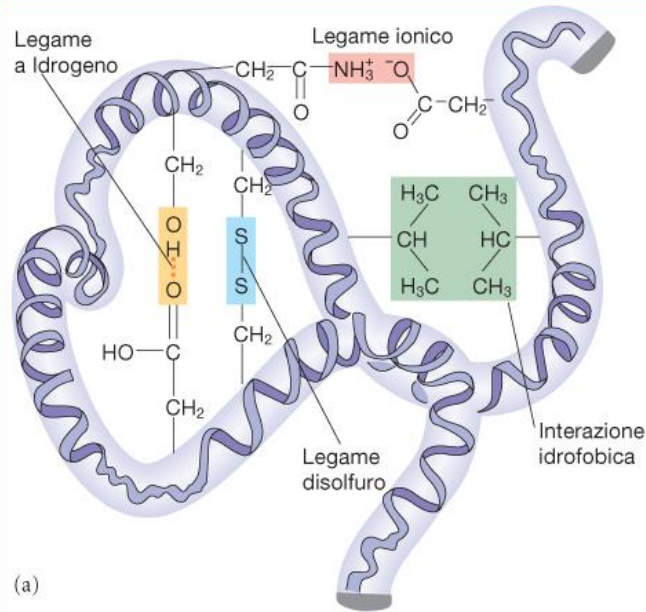
(a)



(b)

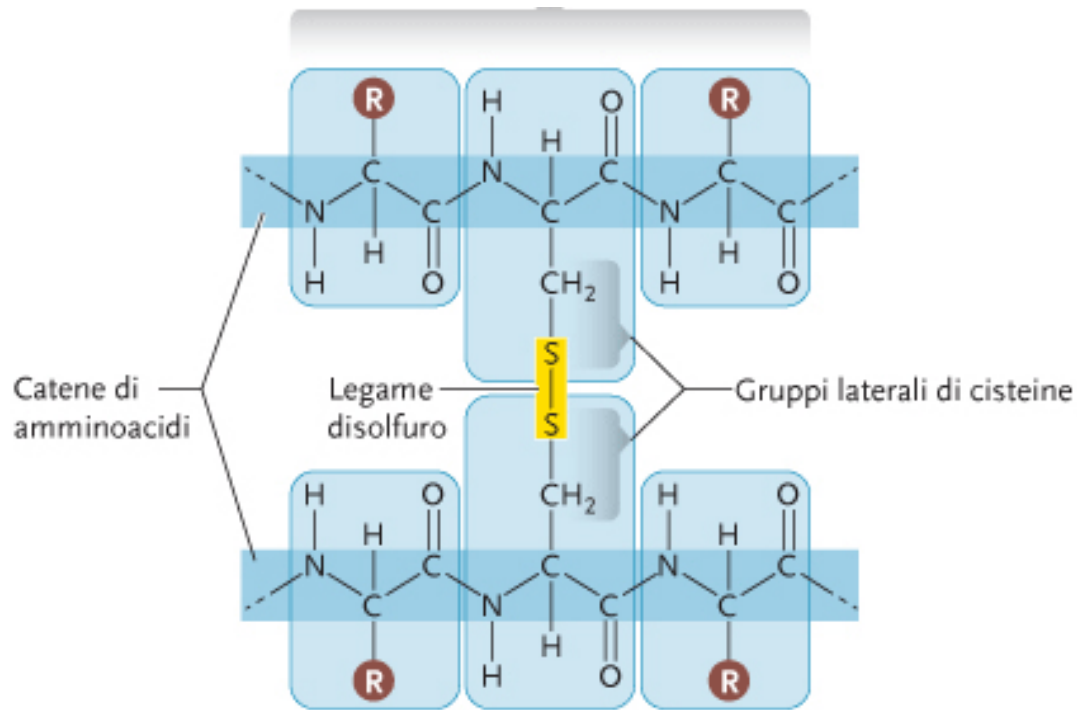


**CONCETTO CHIAVE:** La struttura terziaria dipende dalle interazioni tra le catene laterali.



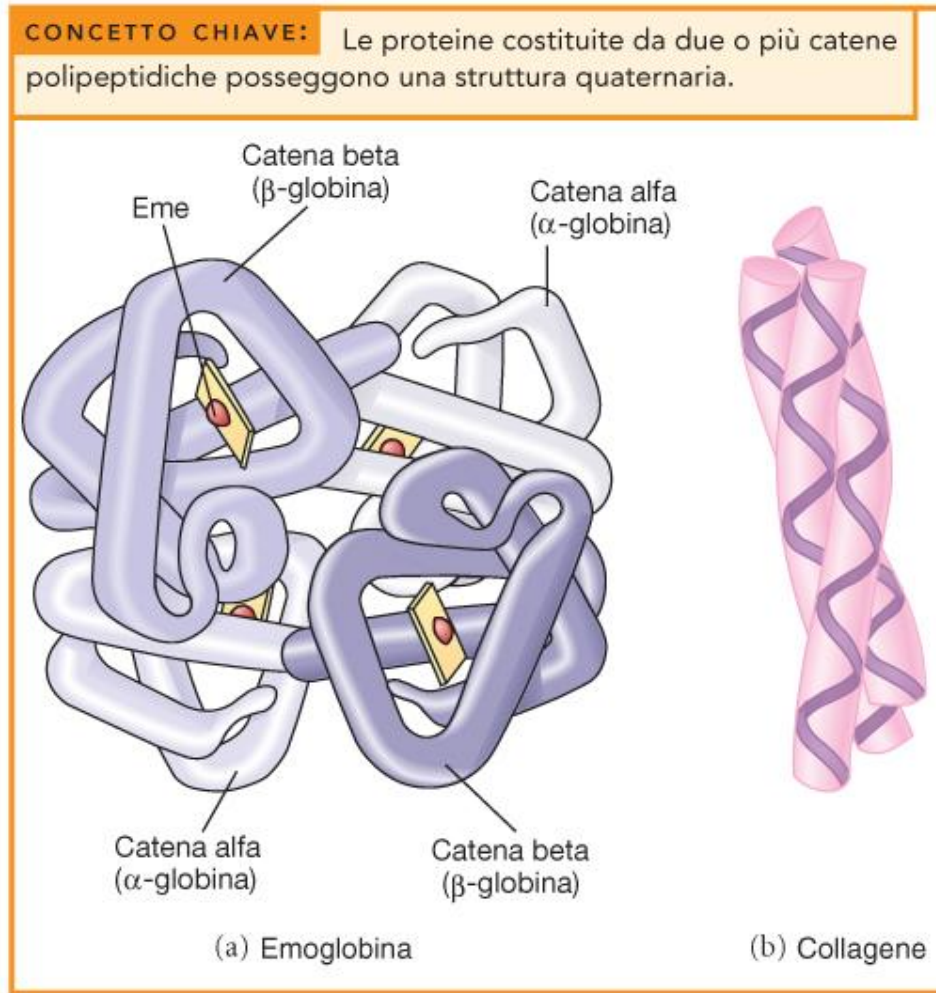
**La struttura terziaria dipende dalle interazioni dei gruppi laterali.**





Rappresentazione schematica di un legame disolfuro tra due catene amminoacidiche diverse o tra due regioni differenti di una stessa proteina. Il legame si forma in seguito alla reazione tra i gruppi sulfidrilici ( $-\text{SH}$ ) delle cisteine. Le "R" indicano i gruppi laterali di altri amminoacidi nelle catene. La Figura 3.19 mostra, in maniera schematica, i legami disolfuro in una proteina realmente esistente (l'insulina).

# La struttura quaternaria deriva dalle interazioni tra i polipeptidi.

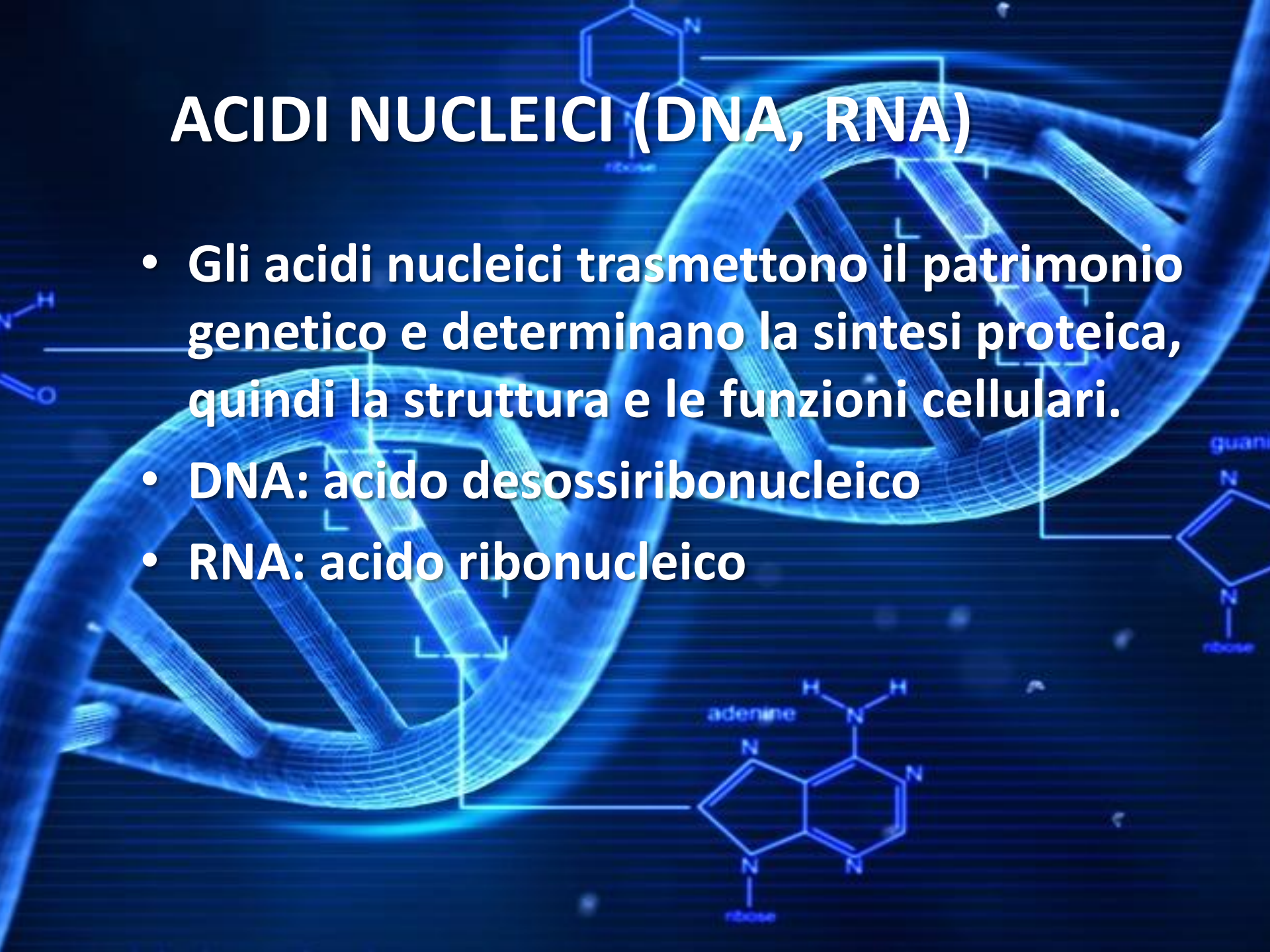


**574 aminoacidi organizzati in 4 catene polipeptidiche, 2  $\alpha$  e 2  $\beta$**

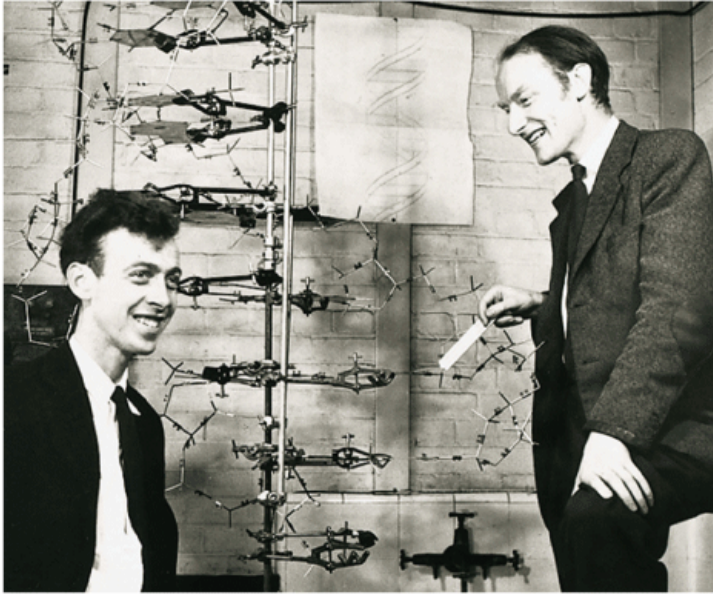
- **La sequenza aminoacidica di una proteina determina la sua conformazione.**  
**(gli chaperoni molecolari sono proteine che mediano il ripiegamento e l'aggregazione di proteine).**
- **La conformazione di una proteina ne determina la funzione (anemia falciforme, denaturazione, ecc).**
- **L'attività biologica di una proteina è spesso determinata da specifici 'domini' della proteina, una stessa proteina può avere più domini che svolgono funzioni differenti**

# ACIDI NUCLEICI (DNA, RNA)

- Gli acidi nucleici trasmettono il patrimonio genetico e determinano la sintesi proteica, quindi la struttura e le funzioni cellulari.
- DNA: acido desossiribonucleico
- RNA: acido ribonucleico





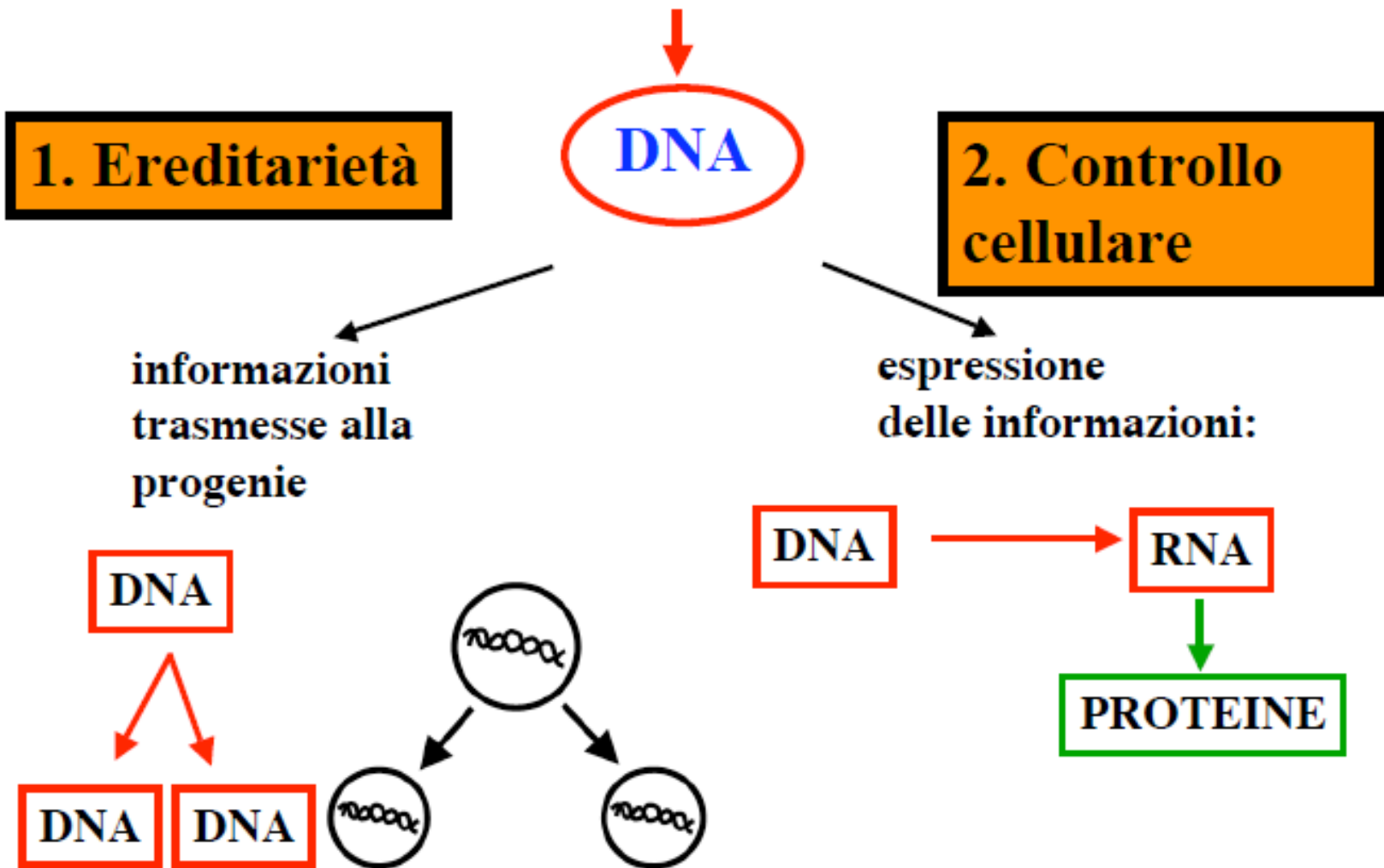


**Figura 1.47** Watson e Crick davanti al modello del DNA.

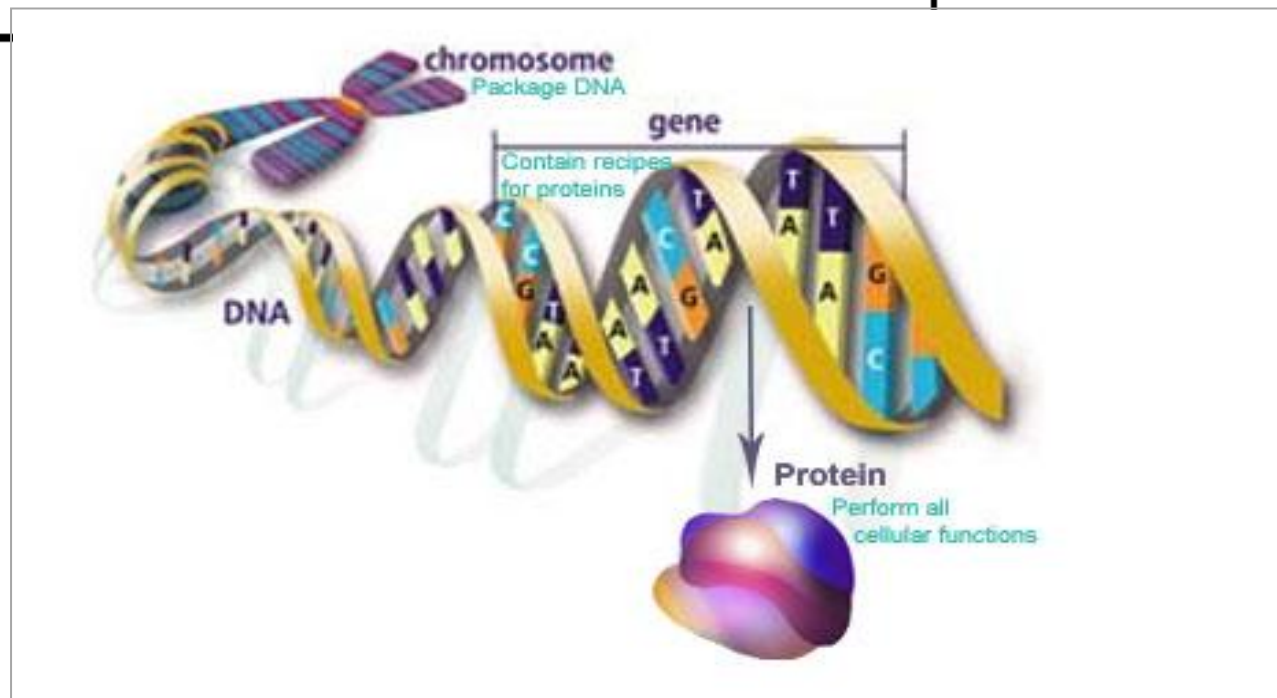
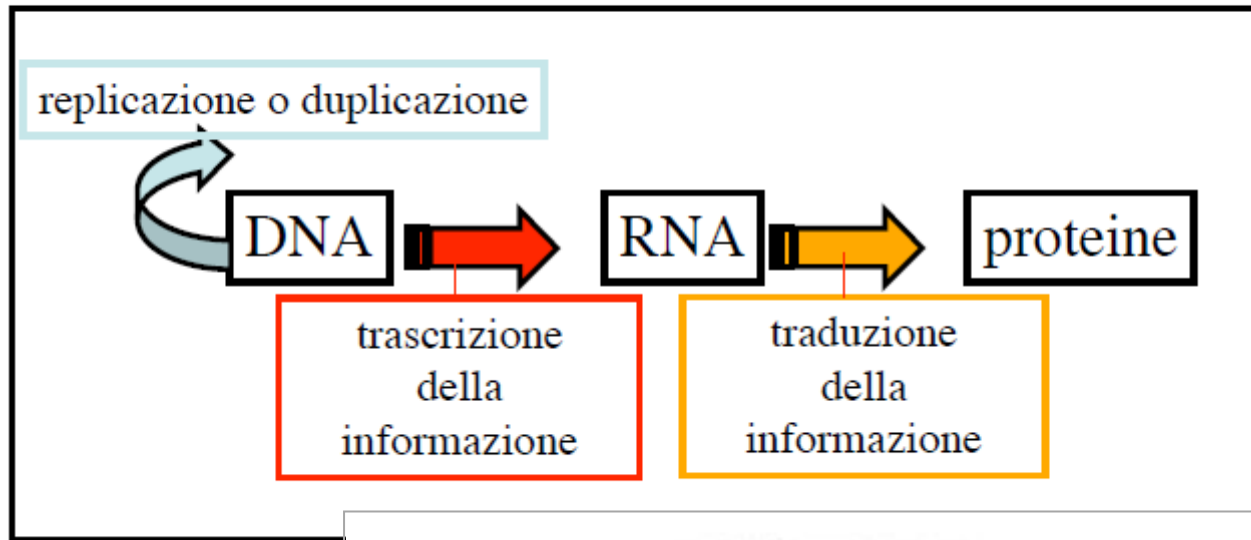
una struttura elicoidale con un diametro costante di 2 nm; individuarono, inoltre, due grandezze che si ripetevano monotonamente ogni 3,4 e ogni 0,34 nm. A questo punto bisognava costruire un modello molecolare e quindi definire la struttura elicoidale del DNA. Fu quasi subito chiaro che il DNA non poteva essere costituito da una singola elica. Infatti, sia i parametri dimensionali misurati, sia l'elevata viscosità di soluzioni di DNA che "crollava" dopo riscaldamento della soluzione a 70-80°C faceva pensare ad una struttura più complessa.

Solo nel 1953 Watson e Crick riuscirono a definire un modello molecolare di DNA coerente con i risultati ottenuti dai vari ricercatori che, nel tempo, avevano fornito numerosi parametri (soprattutto Chargaff, Wilkins e Franklin). Essi, così, costruirono la struttura a doppia elica che risponde a tutti i requisiti richiesti e rispetta i parametri fisici misurati senza avere compiuto alcun esperimento (Figura 1.47).

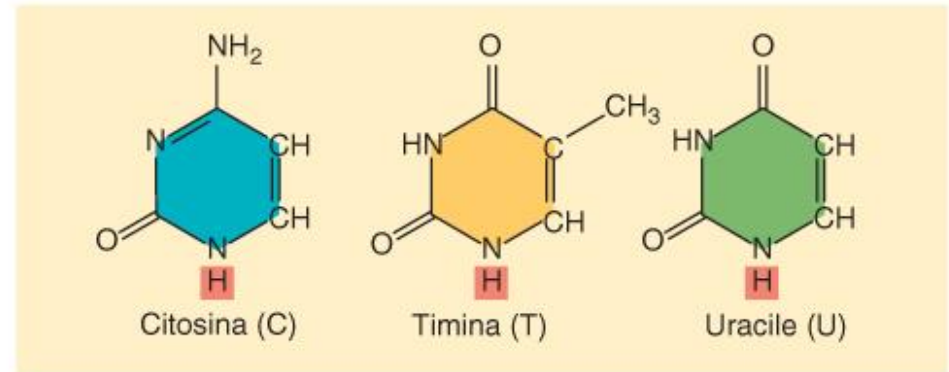
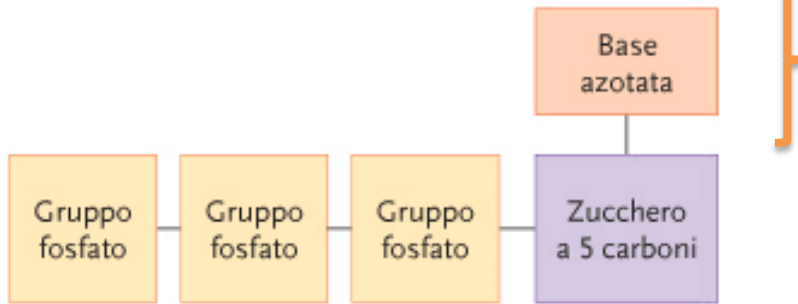
## IL DNA HA UN DUPLICE RUOLO:



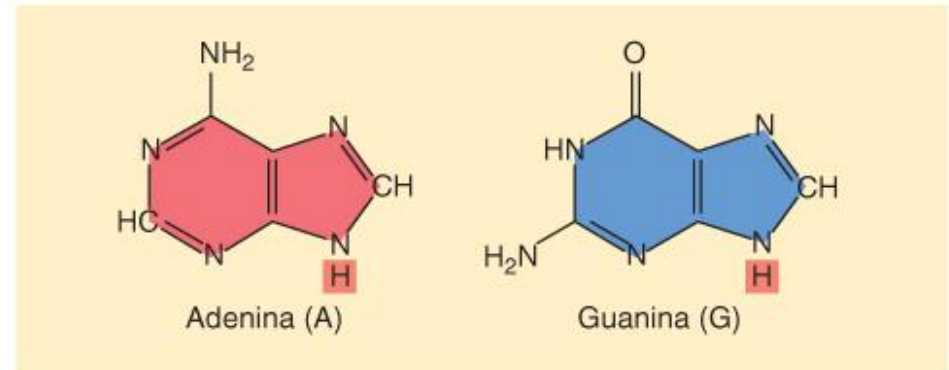
## Esemplificazione del **flusso di informazione genetica**:



# Gli acidi nucleici sono costituiti da subunità nucleotidiche



(a) Pirimidine

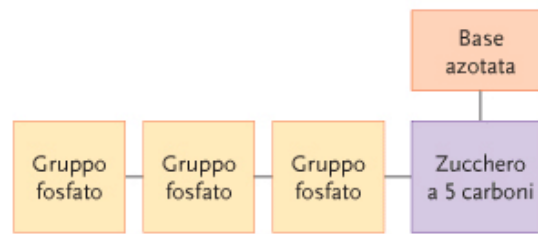


(b) Purine

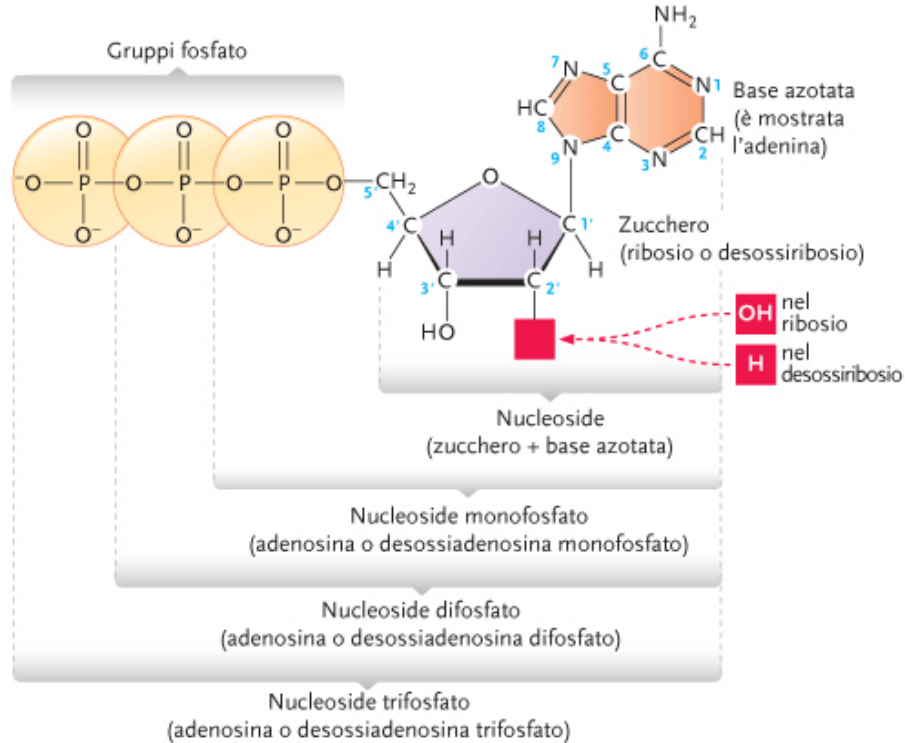


**Figura 3.26**

La struttura di un nucleotide.



**b. Struttura chimica dei nucleotidi**



**Altri nucleotidi contenenti:**

Guanina: Guanosina o desossiguanosina monofosfato, difosfato o trifosfato

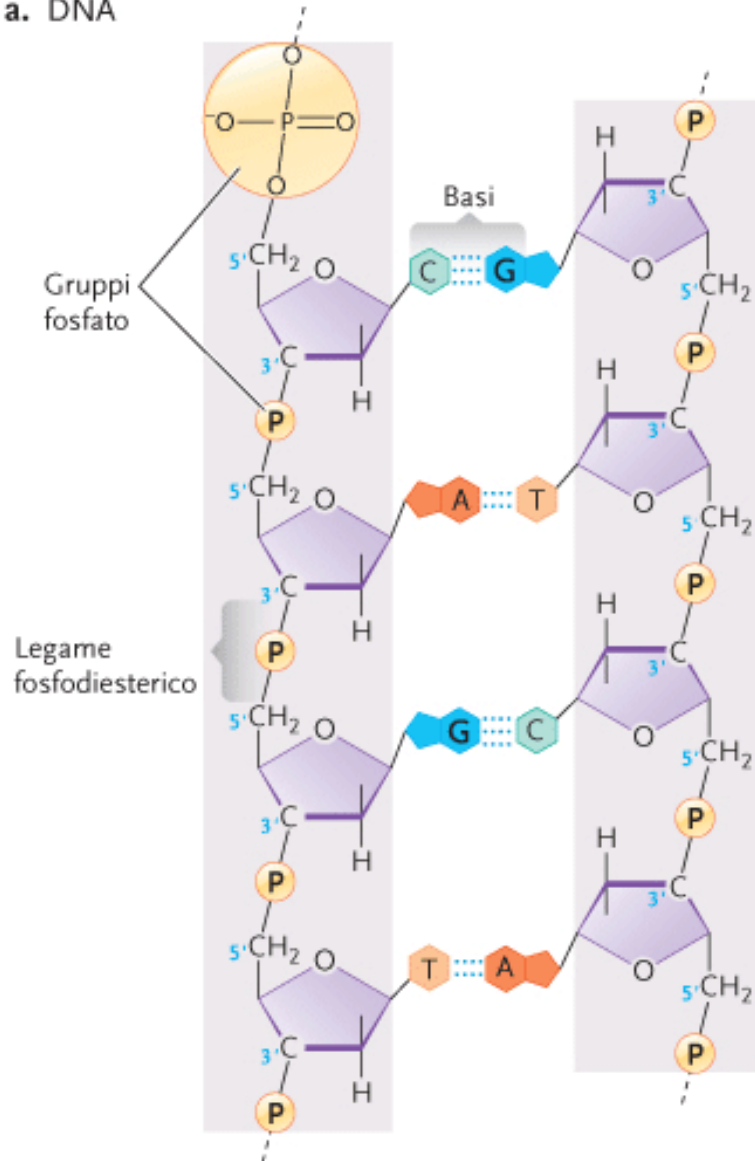
Citosina: Citidina o desossicitidina monofosfato, difosfato o trifosfato

Timina: Timidina monofosfato, difosfato o trifosfato

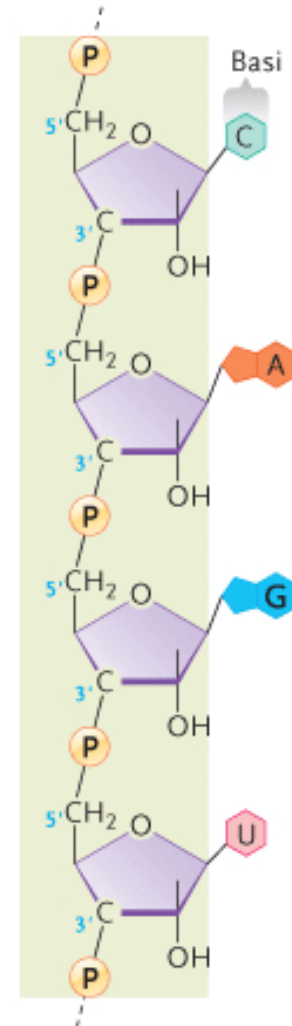
Uracile: Uridina monofosfato, difosfato o trifosfato

# ACIDI NUCLEICI: DNA E RNA

a. DNA

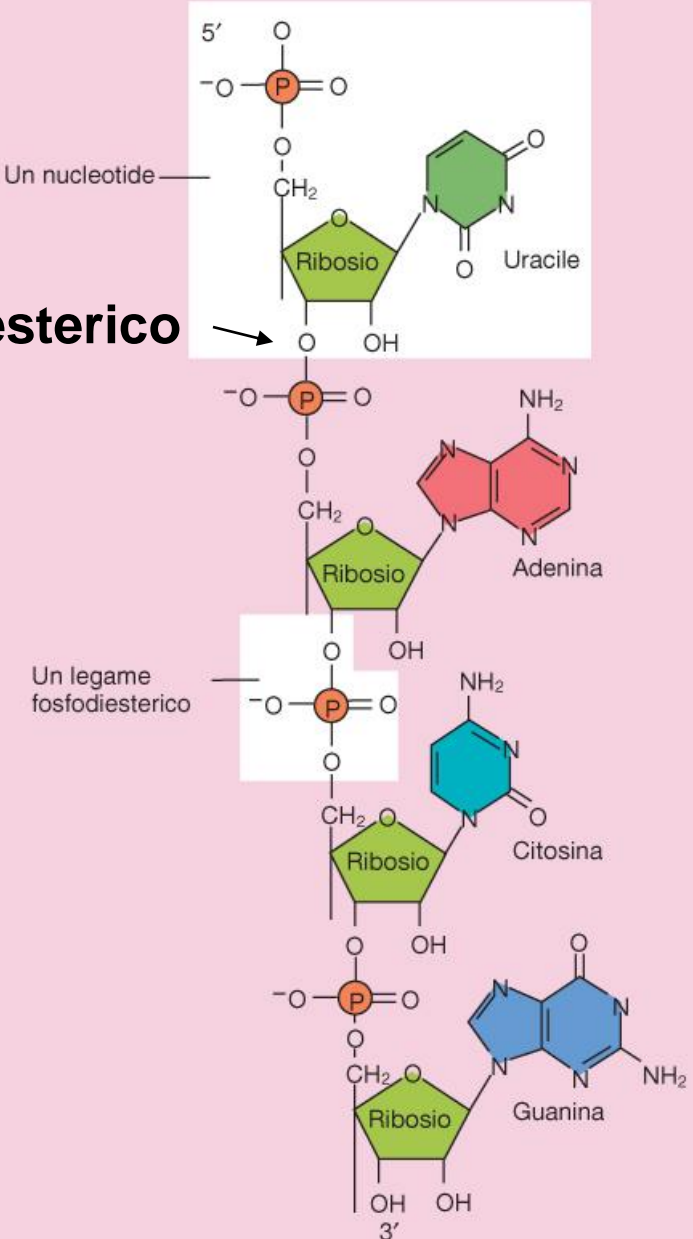


b. RNA

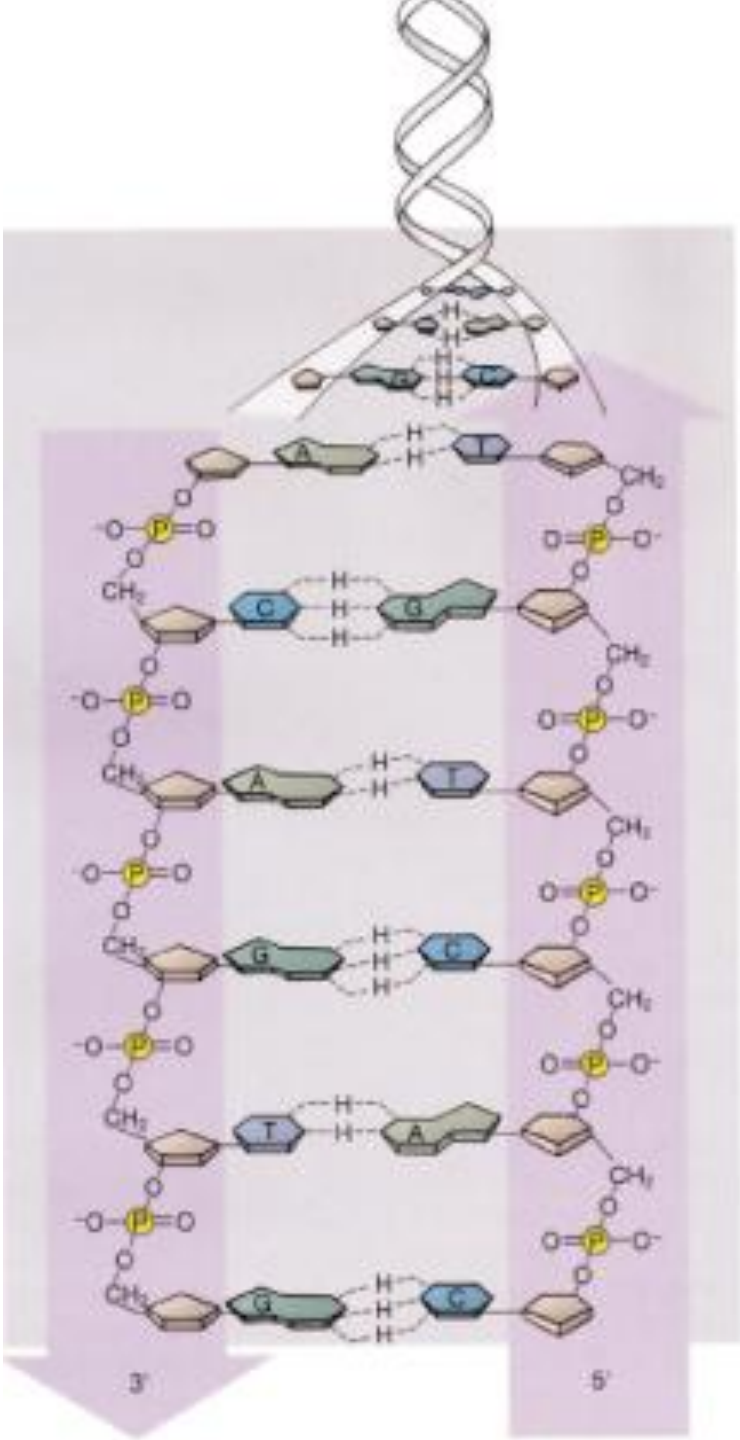


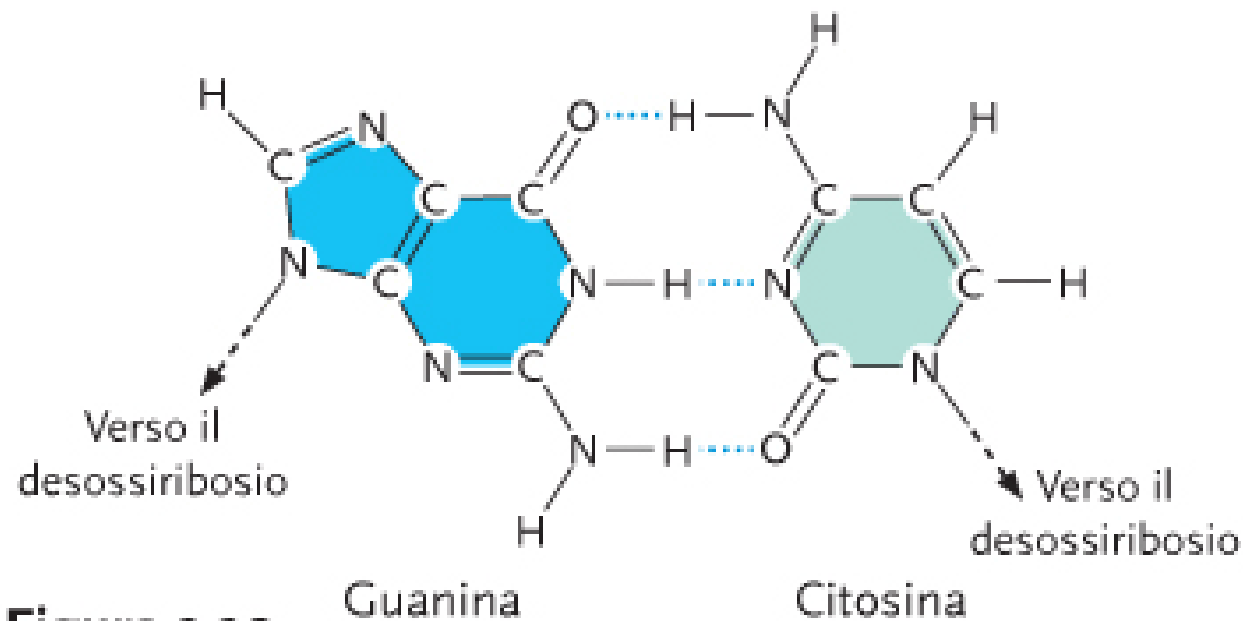
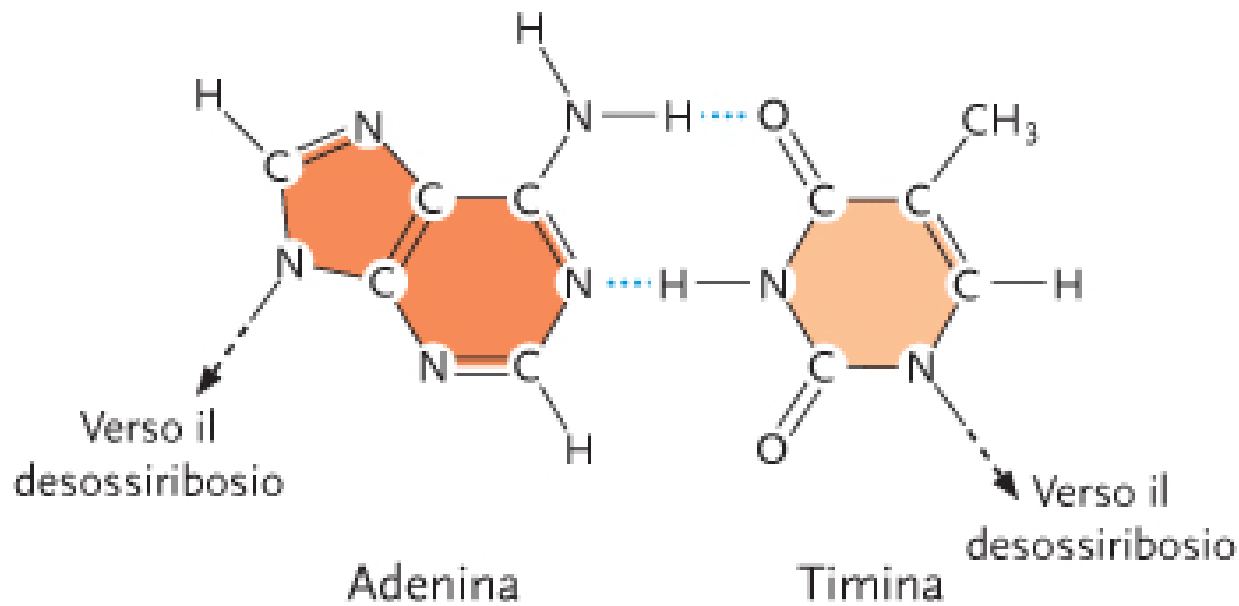
# RNA

## Legame fosfodiesterico

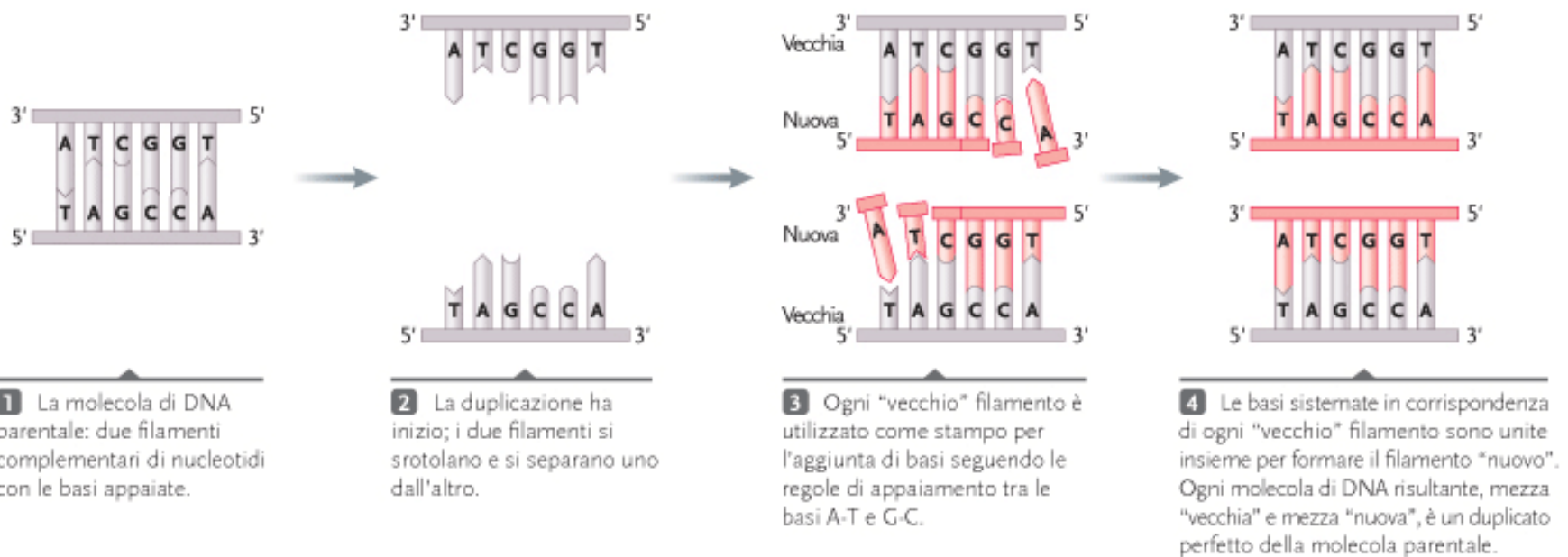


**DNA**

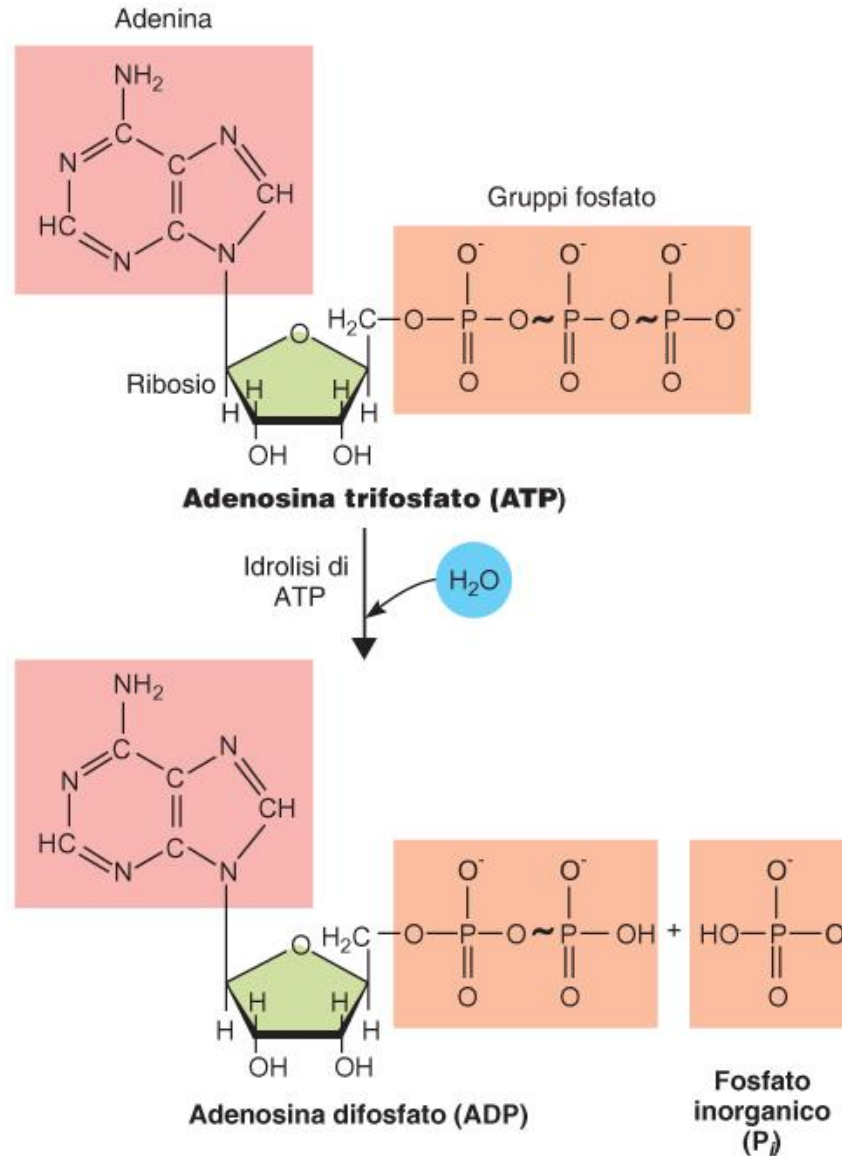




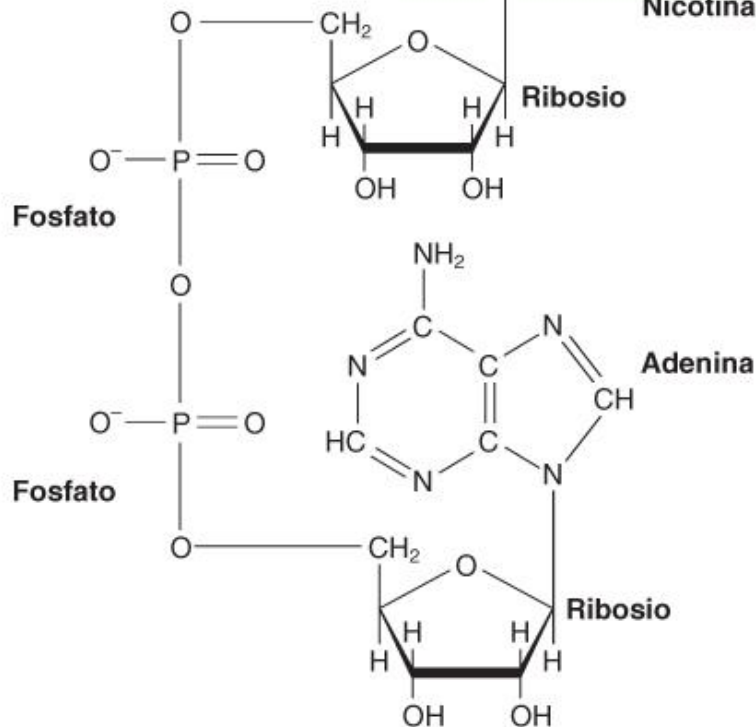
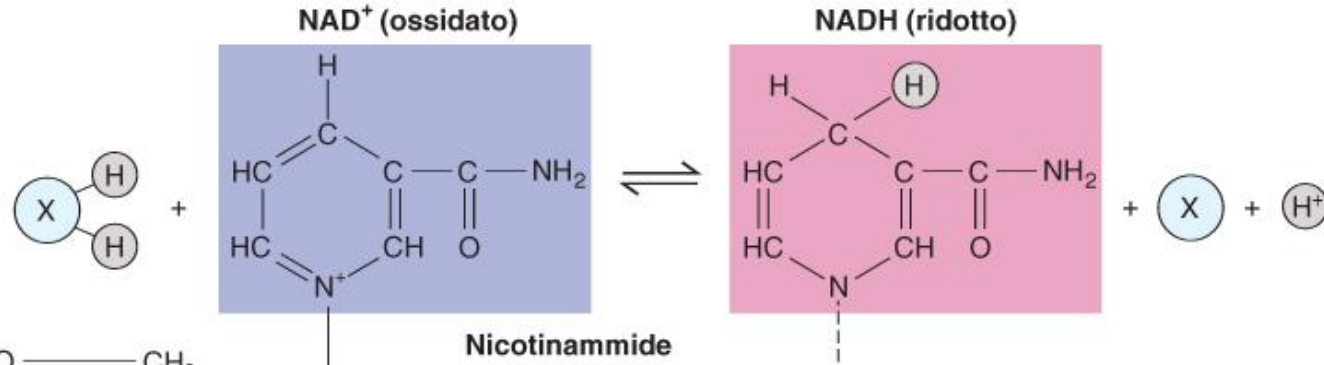
# La sequenza nucleotidica di un filamento di DNA e' complementare a quella dell'altro



# Alcuni nucleotidi svolgono un ruolo importante nei trasferimenti di energia : ATP



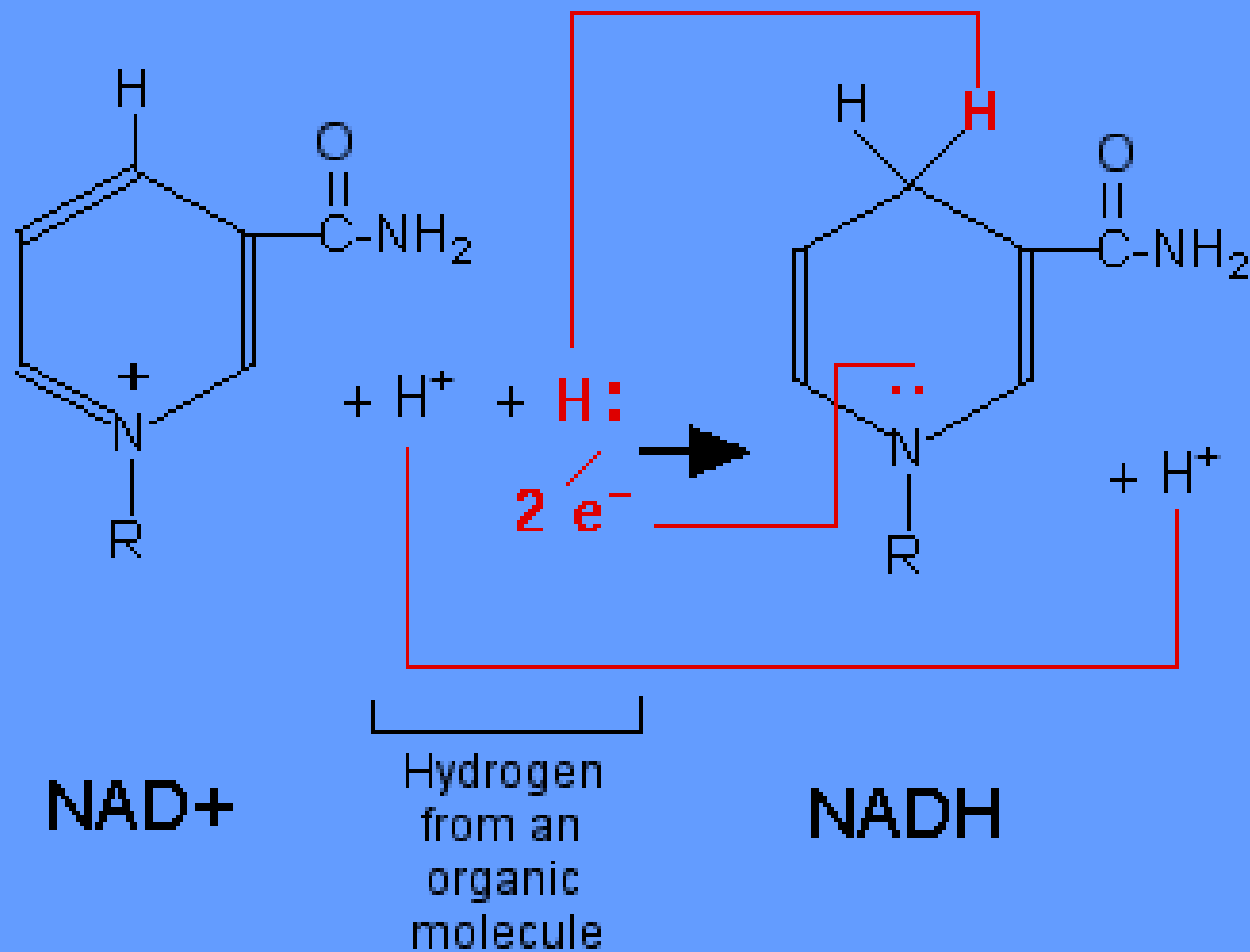
# Alcuni nucleotidi svolgono un ruolo importante nei trasferimenti di energia : NAD+



**NICOTINAMMIDE ADENIN-DINUCLEOTIDE**

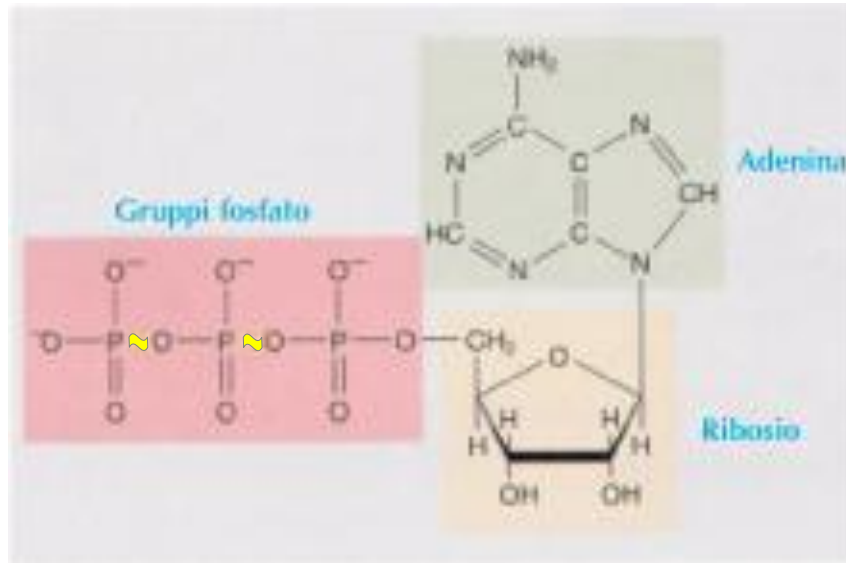


# Reaction of NAD<sup>+</sup> to NADH

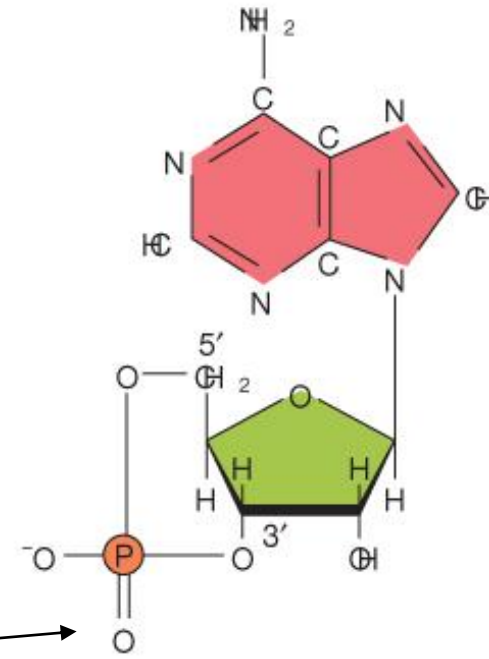


$\Gamma\gamma-$

# ...ed in altre funzioni cellulari



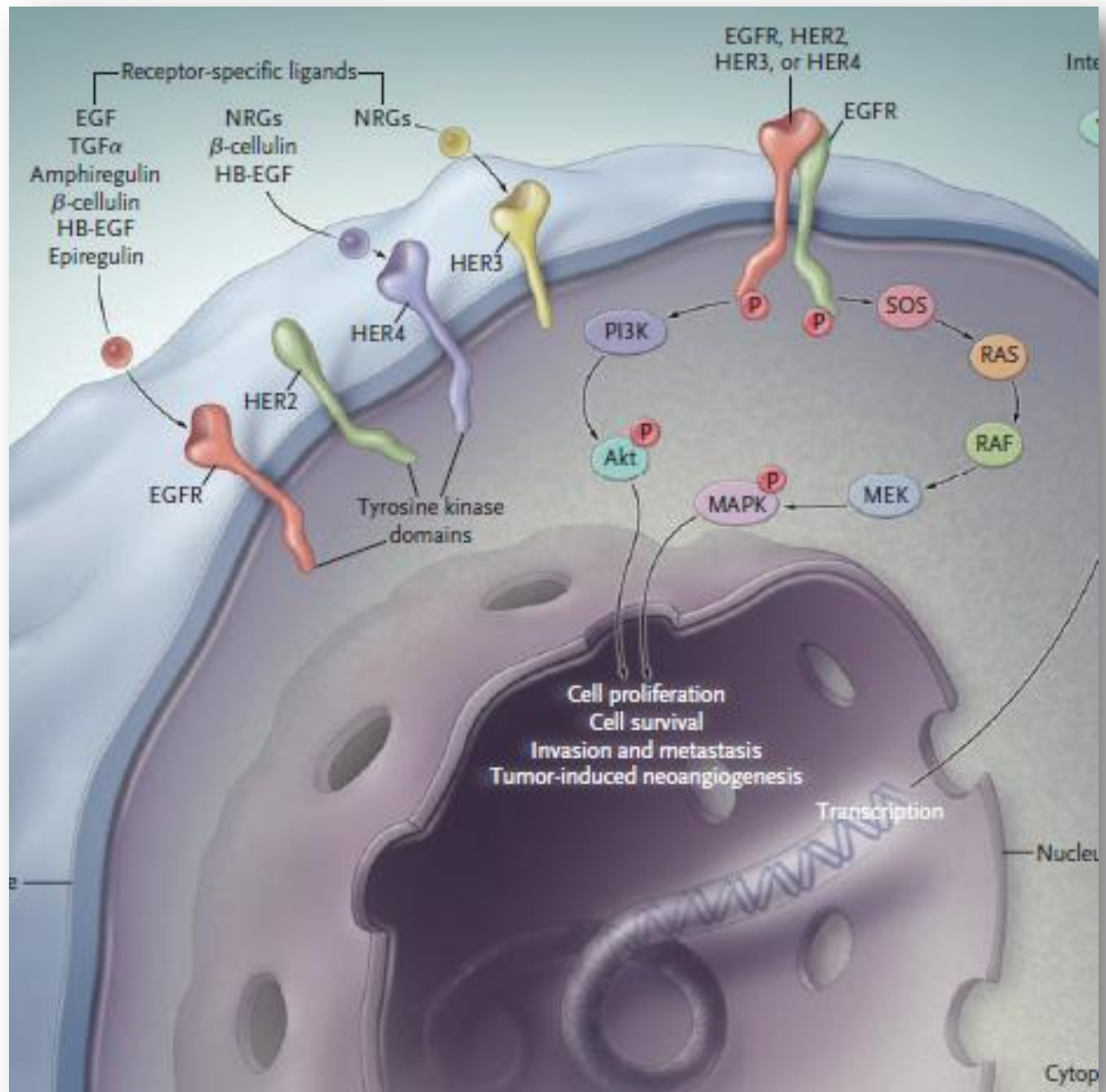
ATP → AMP



AMP ciclico

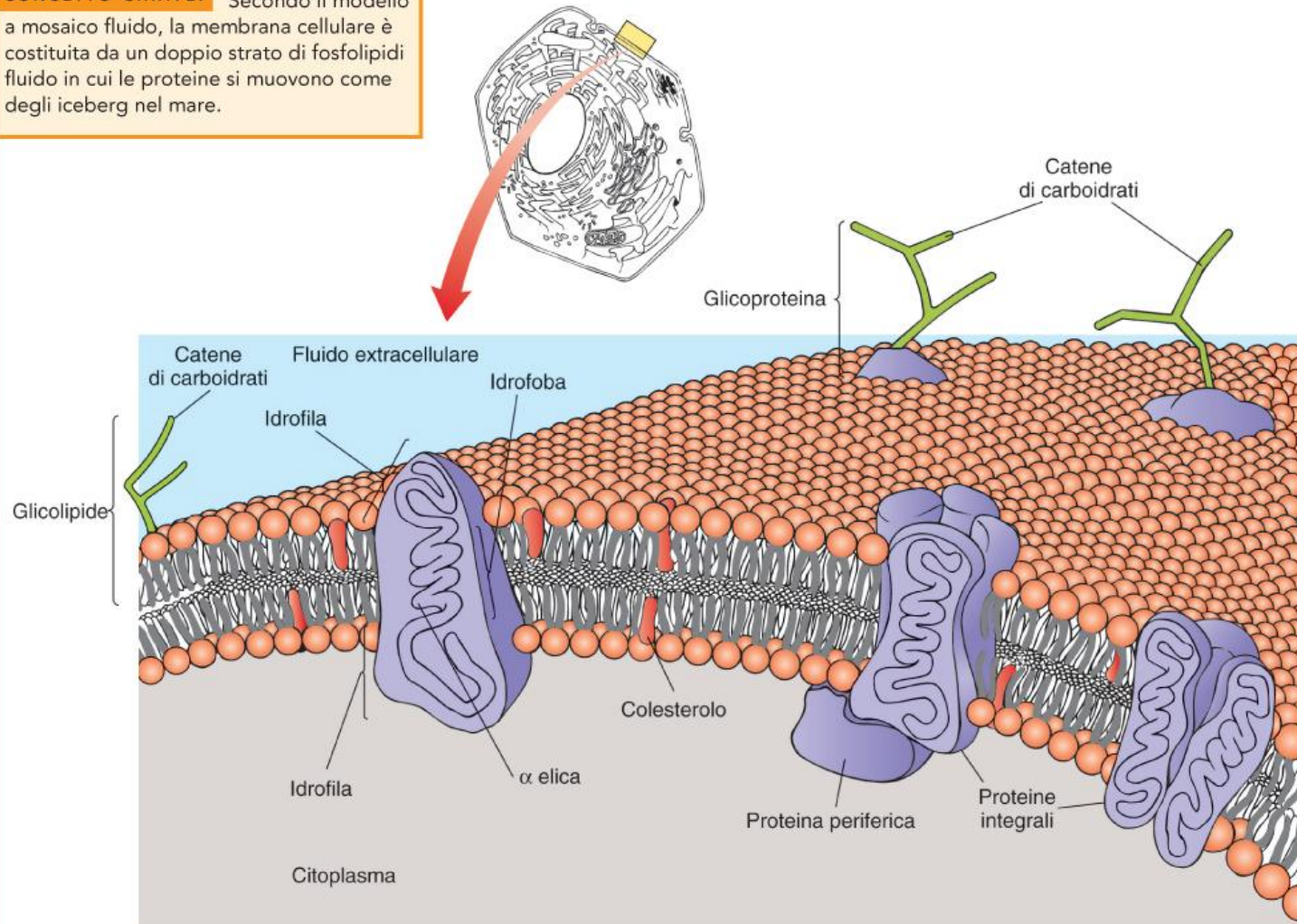
Adenilato  
ciclasi

# **Le Membrane Cellulari**



# La membrana nella sua completezza.

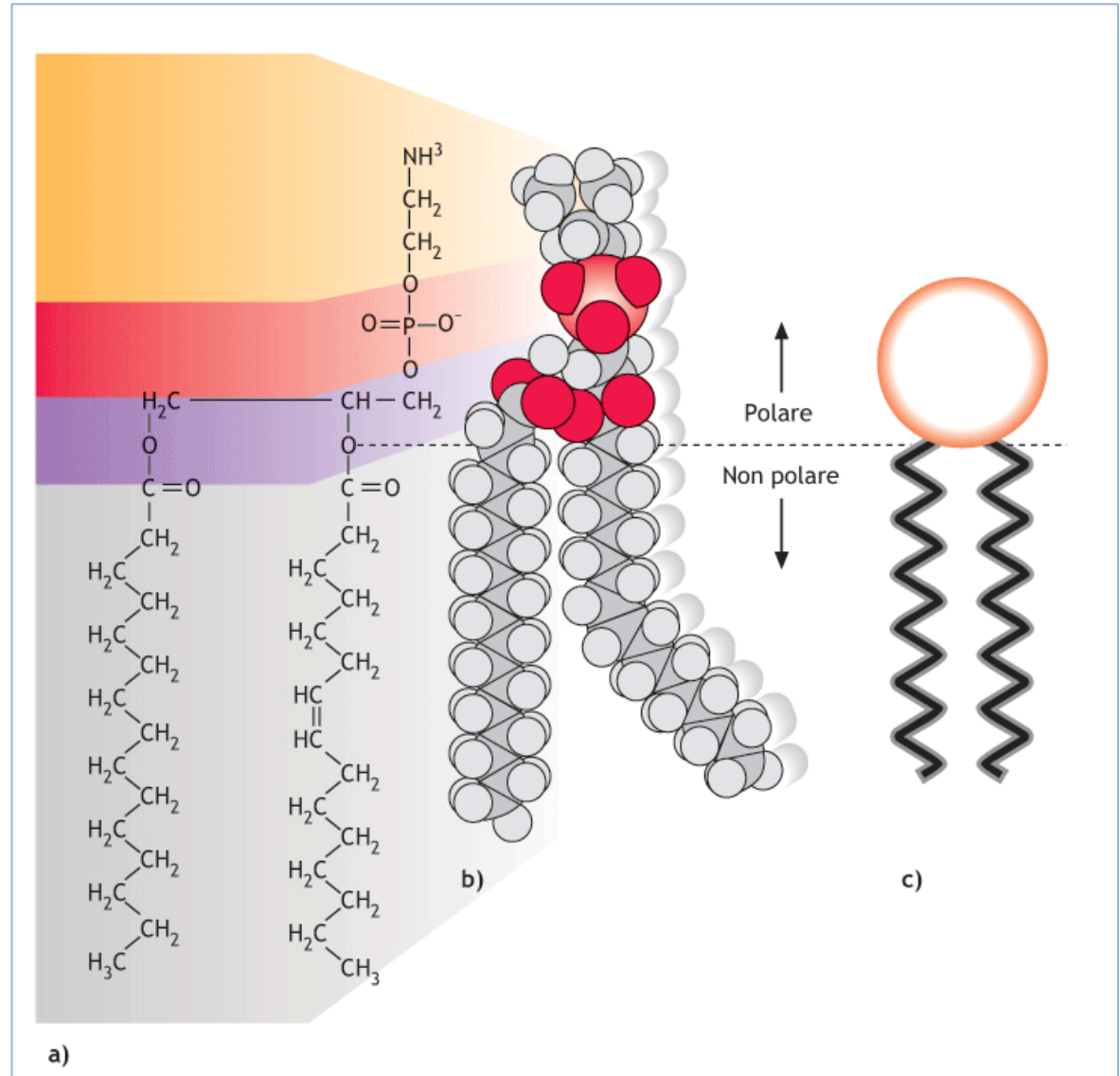
**CONCETTO CHIAVE:** Secondo il modello a mosaico fluido, la membrana cellulare è costituita da un doppio strato di fosfolipidi fluido in cui le proteine si muovono come degli iceberg nel mare.



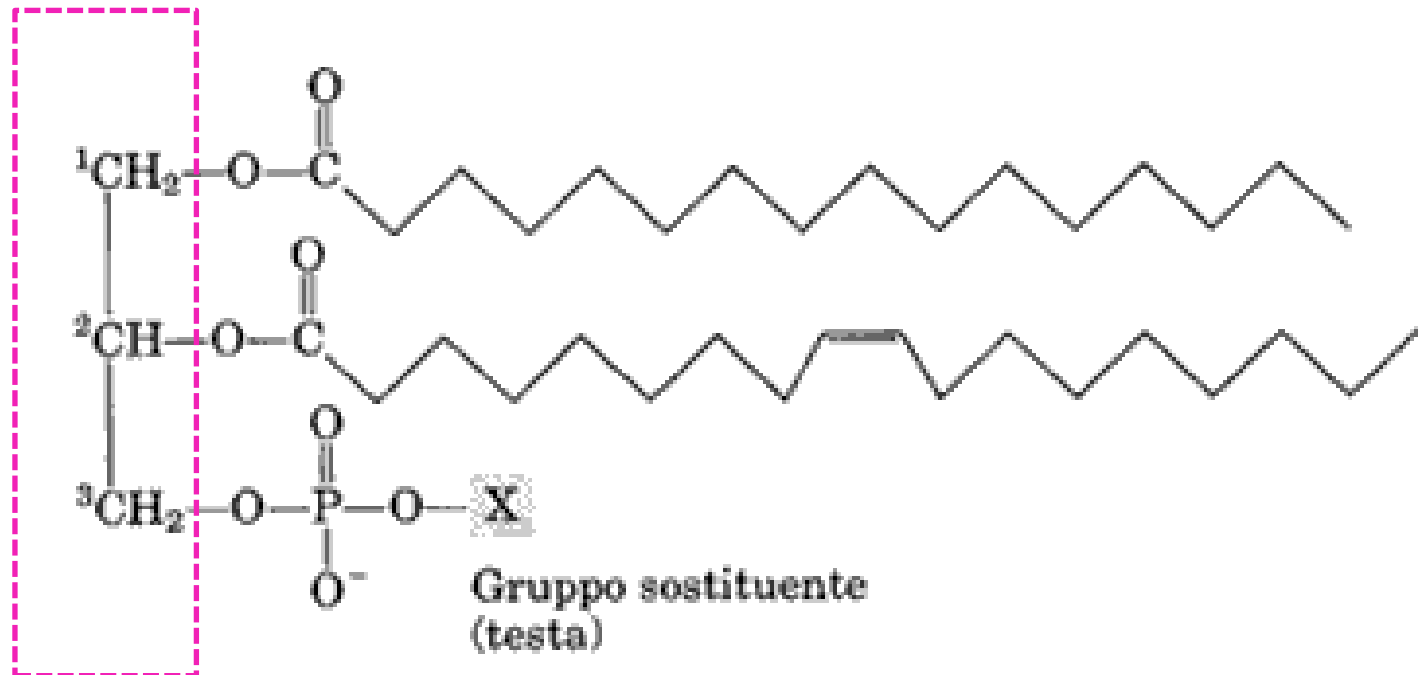
# Fosfolipide: molecola anfipatica

Porzione idrofoba e apolare  
: due catene di acidi grassi  
esterificati con il glicerolo

Porzione idrofila e polare:  
Il terzo gruppo OH del  
glicerolo è esterificato con  
il gruppo fosfato che, a sua  
volta , è legato ad un  
gruppo polare



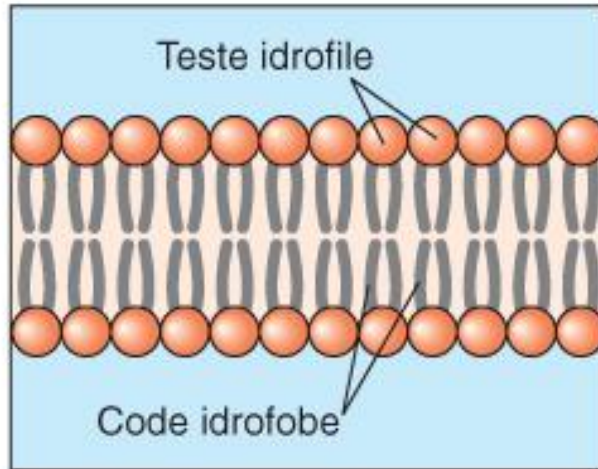
# FOSFOLIPIDE



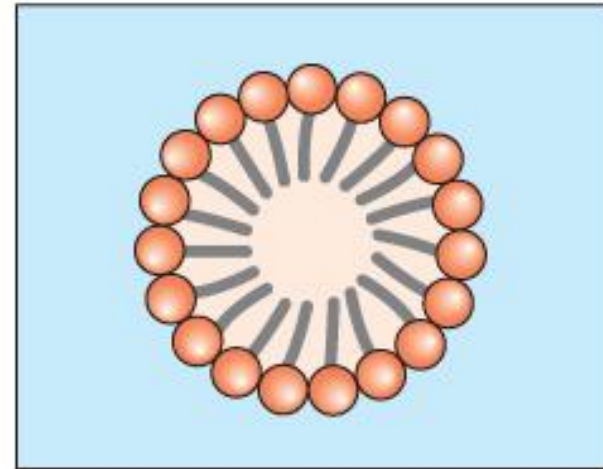
GLICEROLO



# Le membrane biologiche: doppio strato fosfolipidico.



(a) Fosfolipidi in acqua



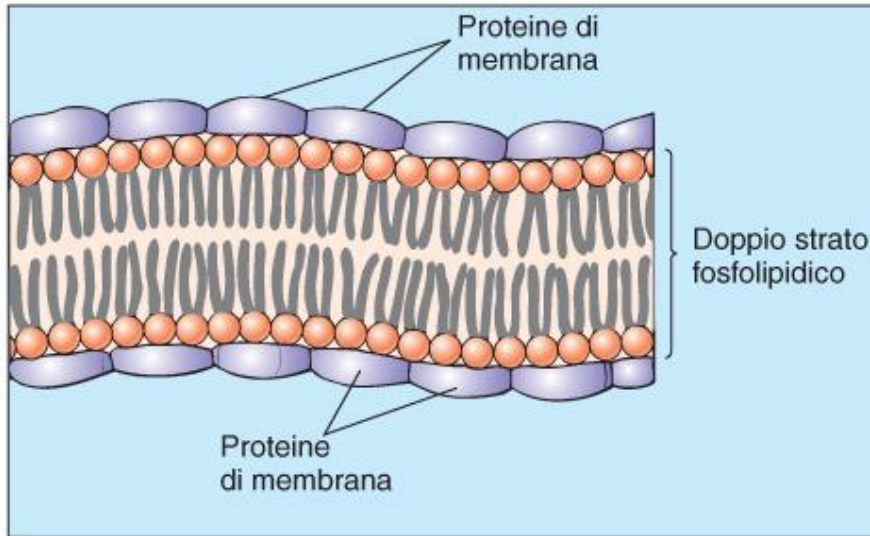
(b) Detergente in acqua

**Natura anfipatica**  
**Forma cilindrica**

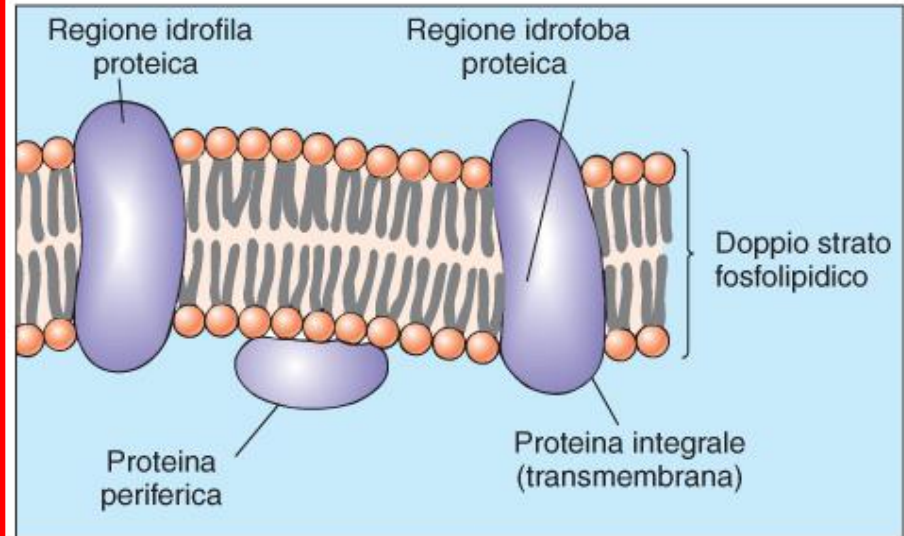
**Costituzione del doppio strato fosfolipidico**



# Studio della struttura delle membrane biologiche: i modelli.

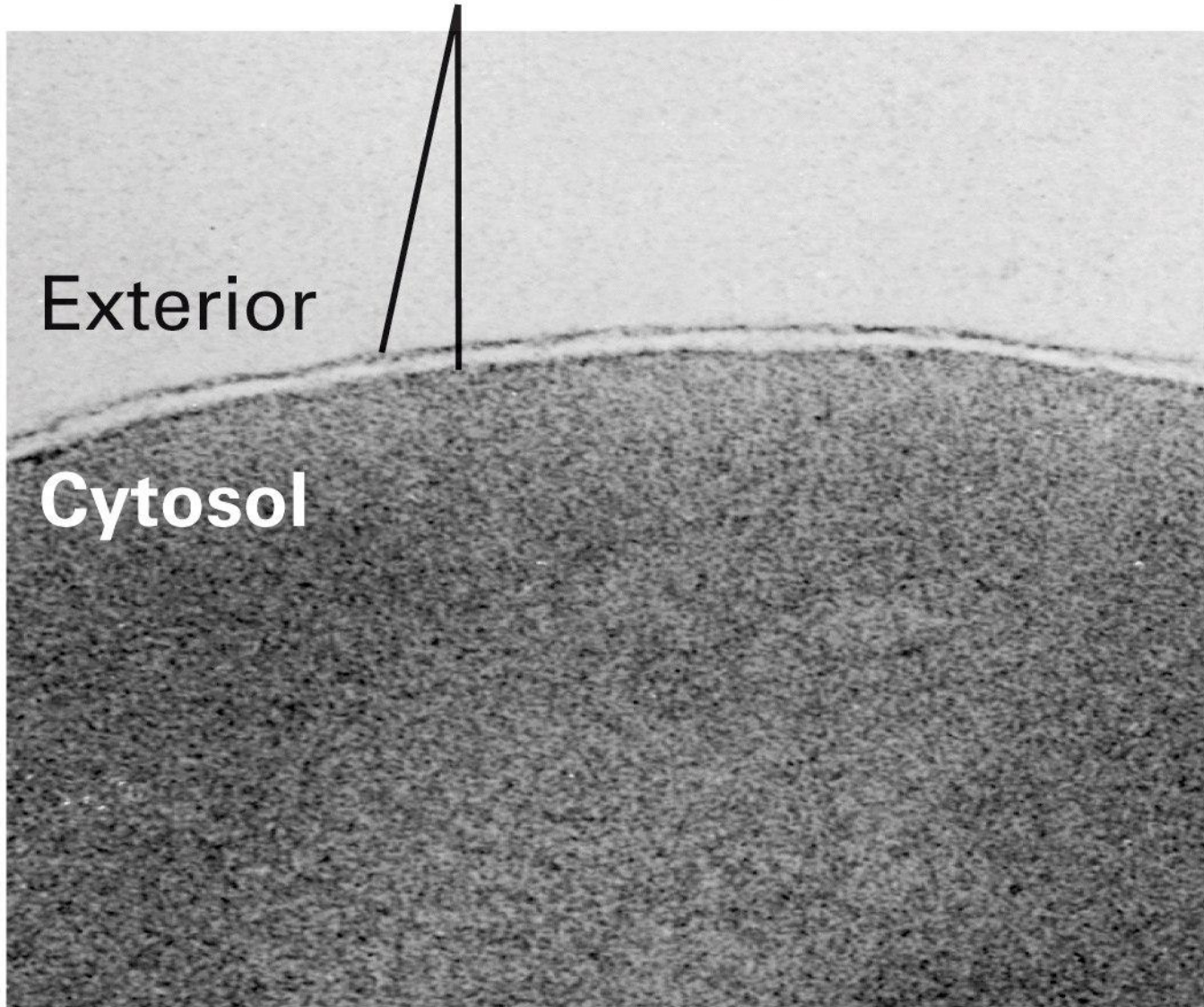


(a) Il modello a "sandwich" di Davson-Danielli



(b) Il modello a mosaico fluido

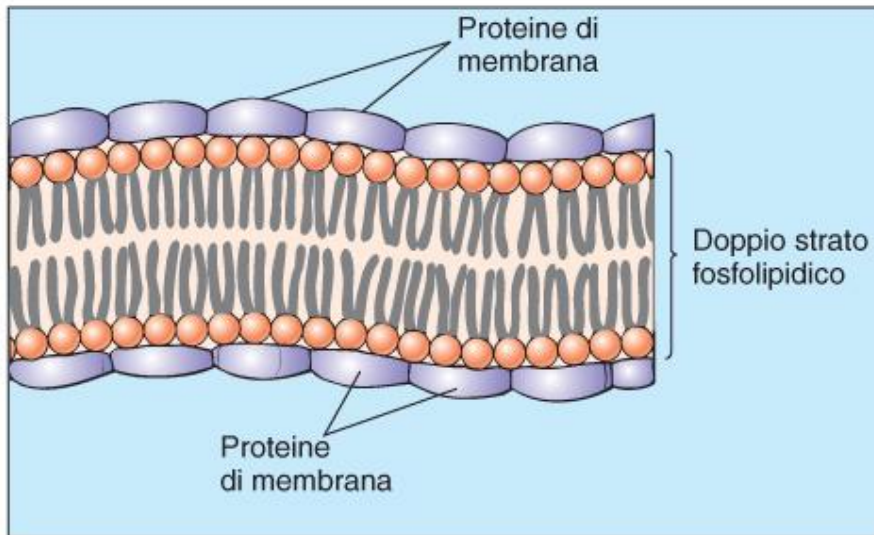
Membrane bilayer



Exterior

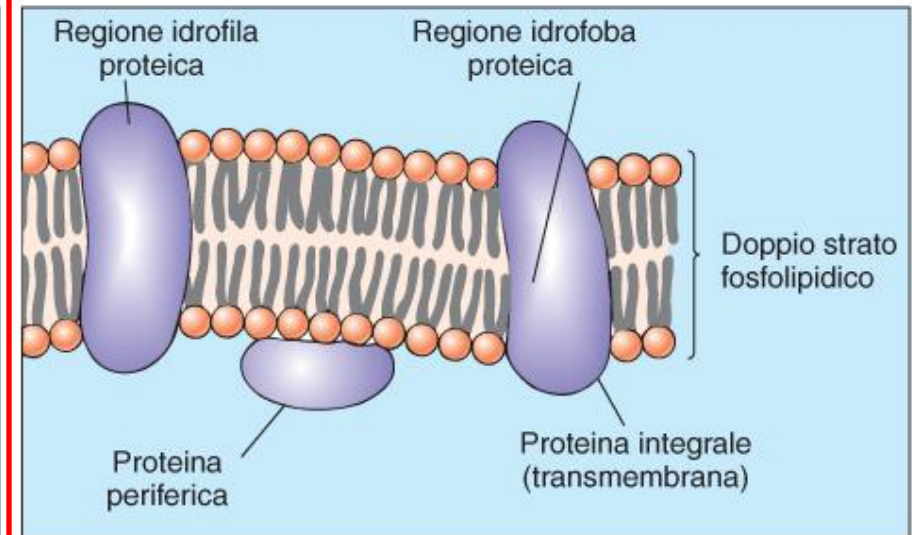
Cytosol

# Studio della struttura delle membrane biologiche: i modelli.



(a) Il modello a "sandwich" di Davson-Danielli

1935



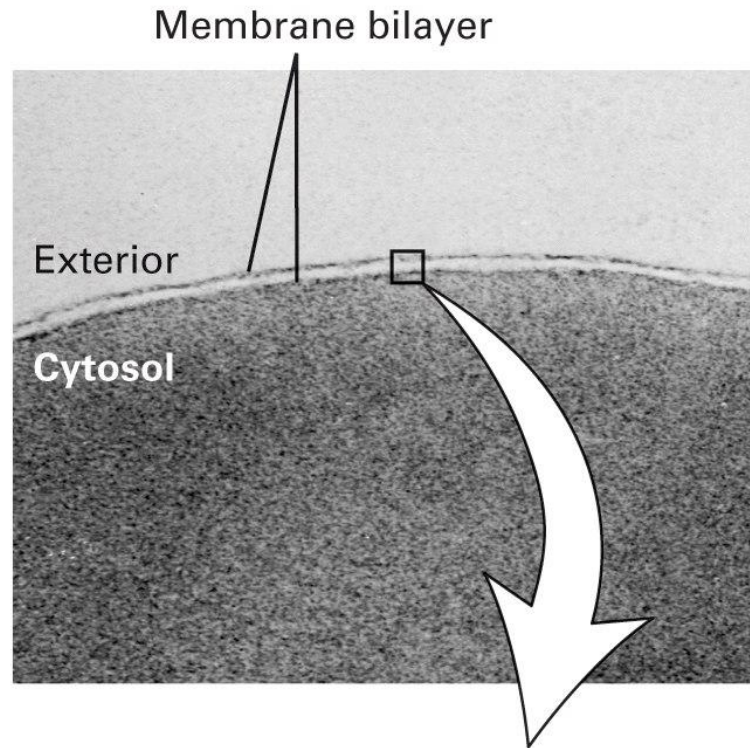
(b) Il modello a mosaico fluido

1972

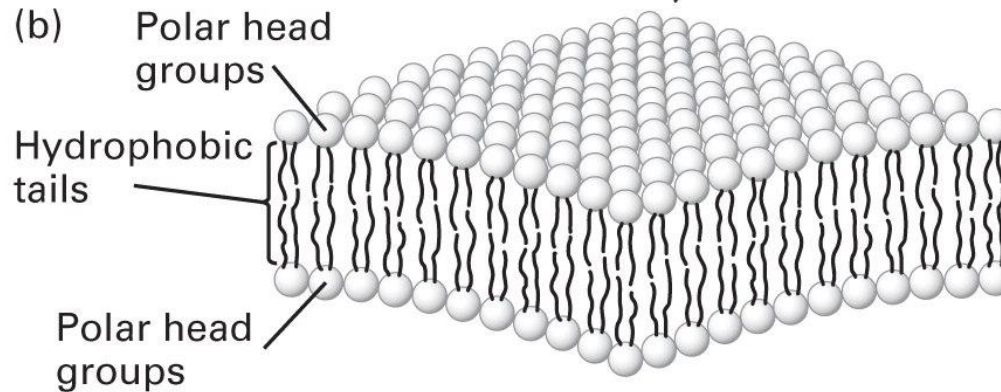


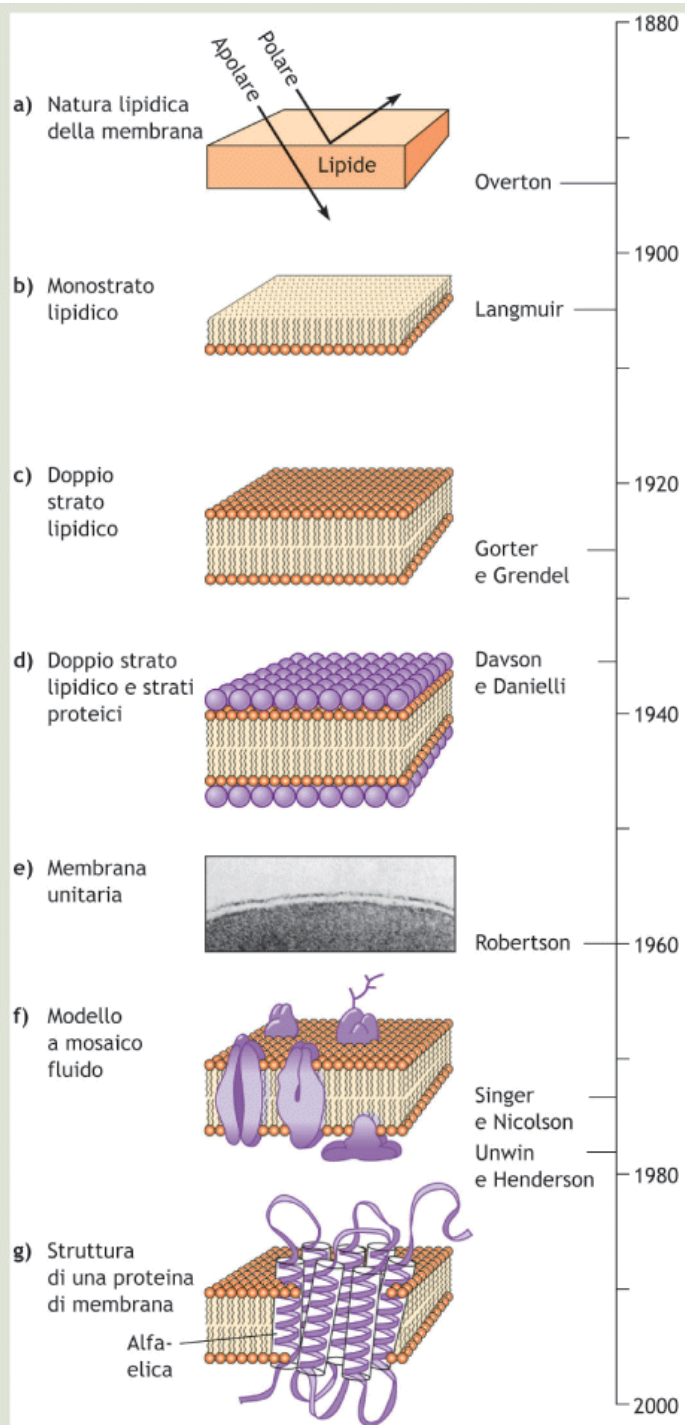
# La microscopia conferma l'idea del doppio strato lipidico.

(a)



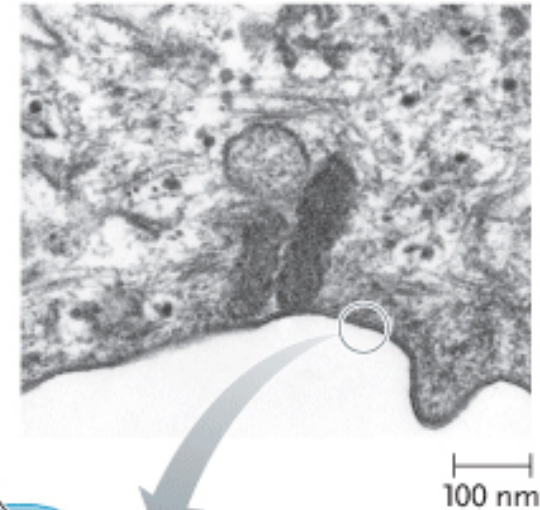
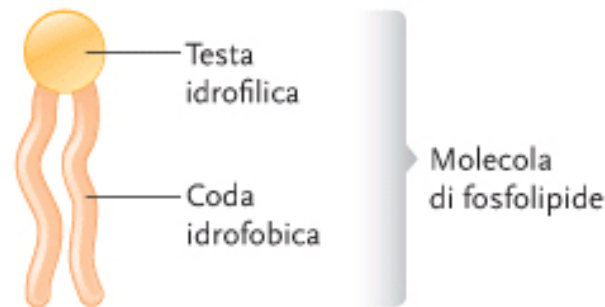
(b)





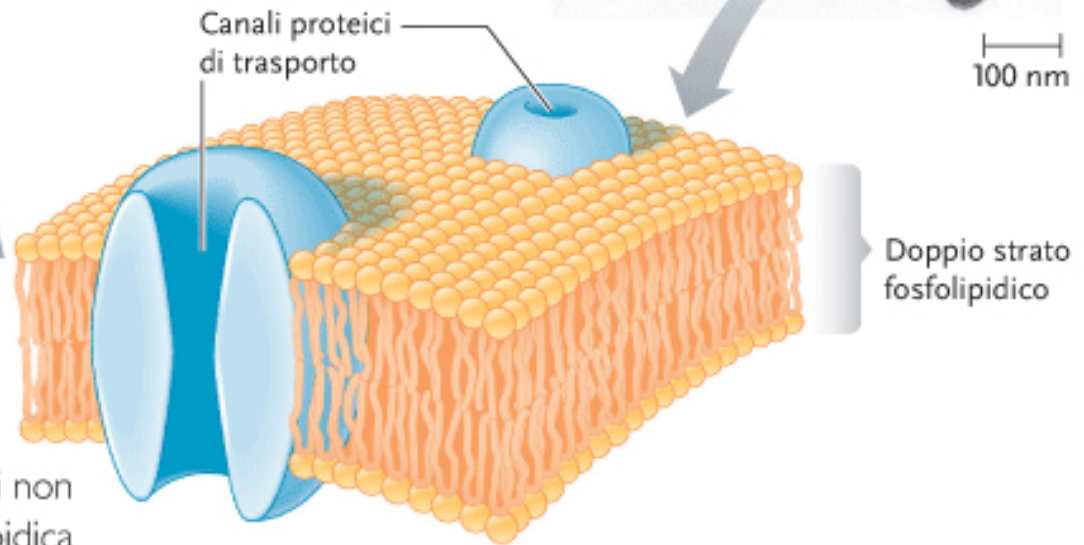
**FIGURA 12.2-1 Cronologia dello sviluppo del modello a mosaico fluido.** Il modello a mosaico fluido della struttura della membrana, che Singer e Nicolson proposero nel 1972, costituì il culmine di studi che risalgono al 1890 ed è stato poi significativamente rifinito mediante studi successivi.

# La membrana nella sua completezza.



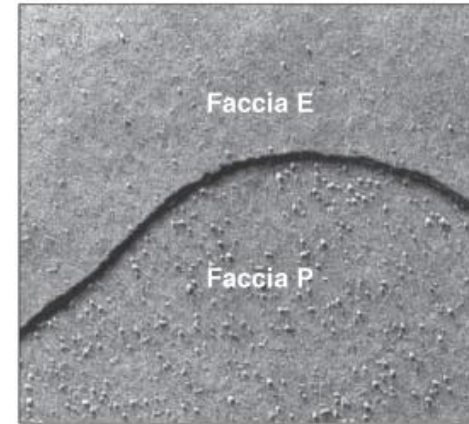
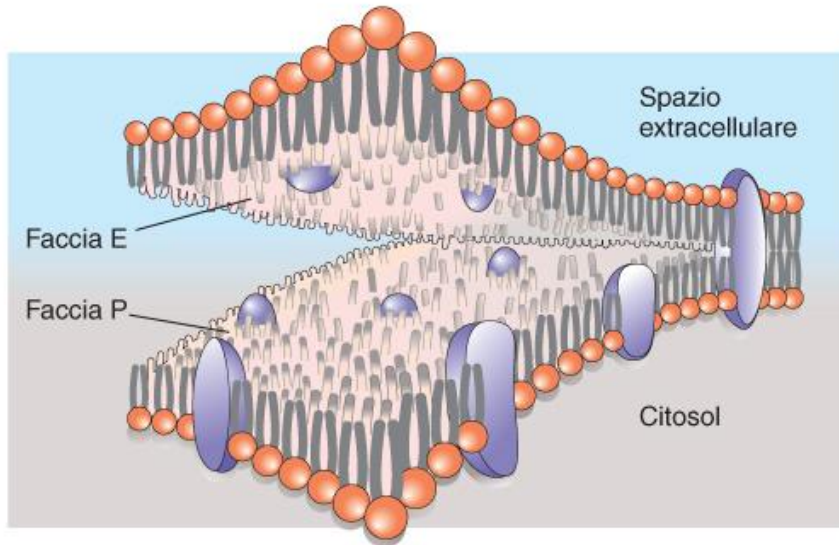
Prof. H. Wentenberg from Dr. H. Jastrow's electron microscope Atlas

La membrana plasmatica, che costituisce il limite esterno del citoplasma cellulare. La membrana plasmatica è formata da un doppio strato fosfolipidico, ossia una disposizione di fosfolipidi dello spessore di due molecole, che costituisce lo schema generale di tutte le membrane biologiche. Le sostanze idrosolubili non possono attraversare la regione fosfolipidica



della membrana, ma possono passare attraverso canali proteici specializzati presenti nella membrana; nella figura sono rappresentate due proteine che permettono il transito di molecole da un lato all'altro della membrana. Anche altri tipi di proteine si trovano associate alle membrane plasmatiche. (Insero) Micrografia elettronica di una porzione di una cellula animale che evidenzia la membrana plasmatica (cerchietto).

# Proteine di membrana: orientate asimmetricamente.



(b)

0.1  $\mu$ m

D.W. Fawcett

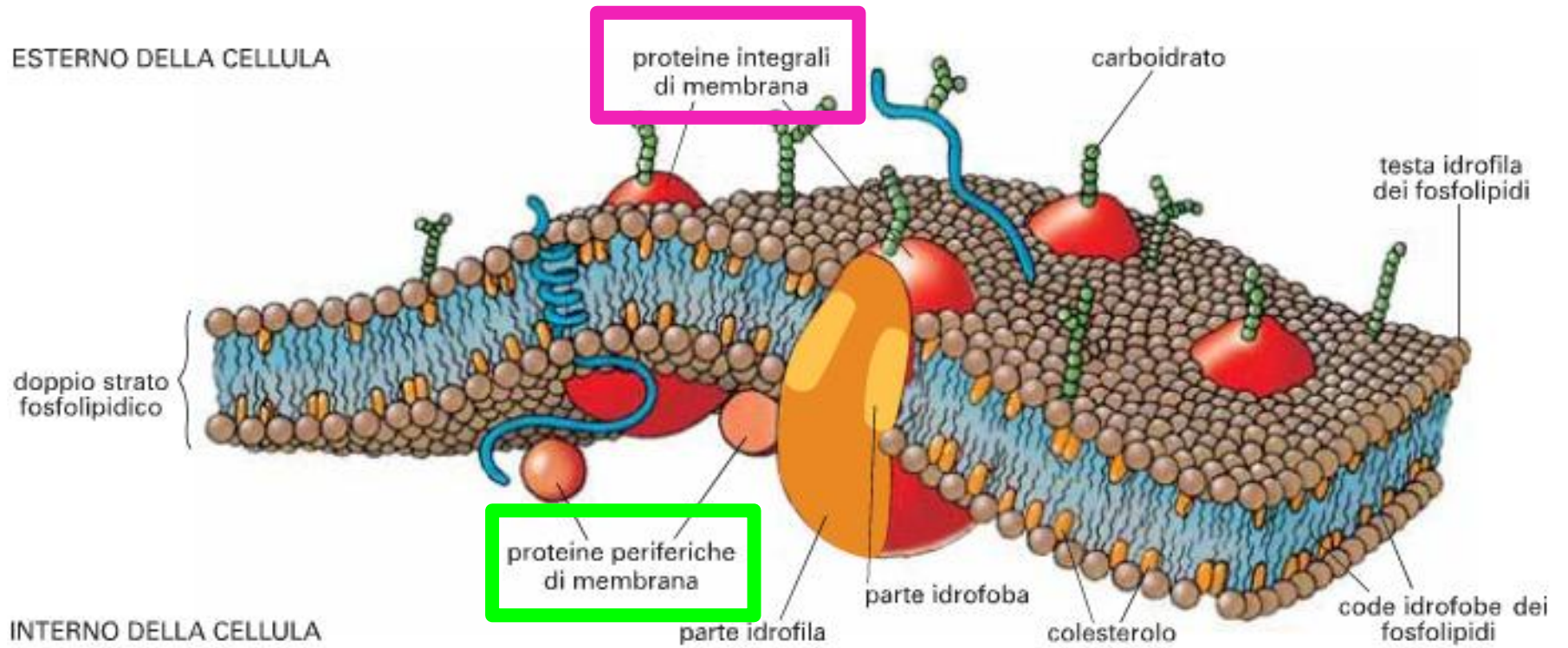
Criofratturazione: la faccia P (protoplasmatica) e la faccia E (esterna) vengono separate. E' possibile osservare le proteine su entrambe le facce

Proteine transmembrana

Proteine di membrana periferiche



ESTERNO DELLA CELLULA



proteine integrali di membrana

carboidrato

testa idrofila dei fosfolipidi

doppio strato fosfolipidico

proteine periferiche di membrana

parte idrofoba

colesterolo

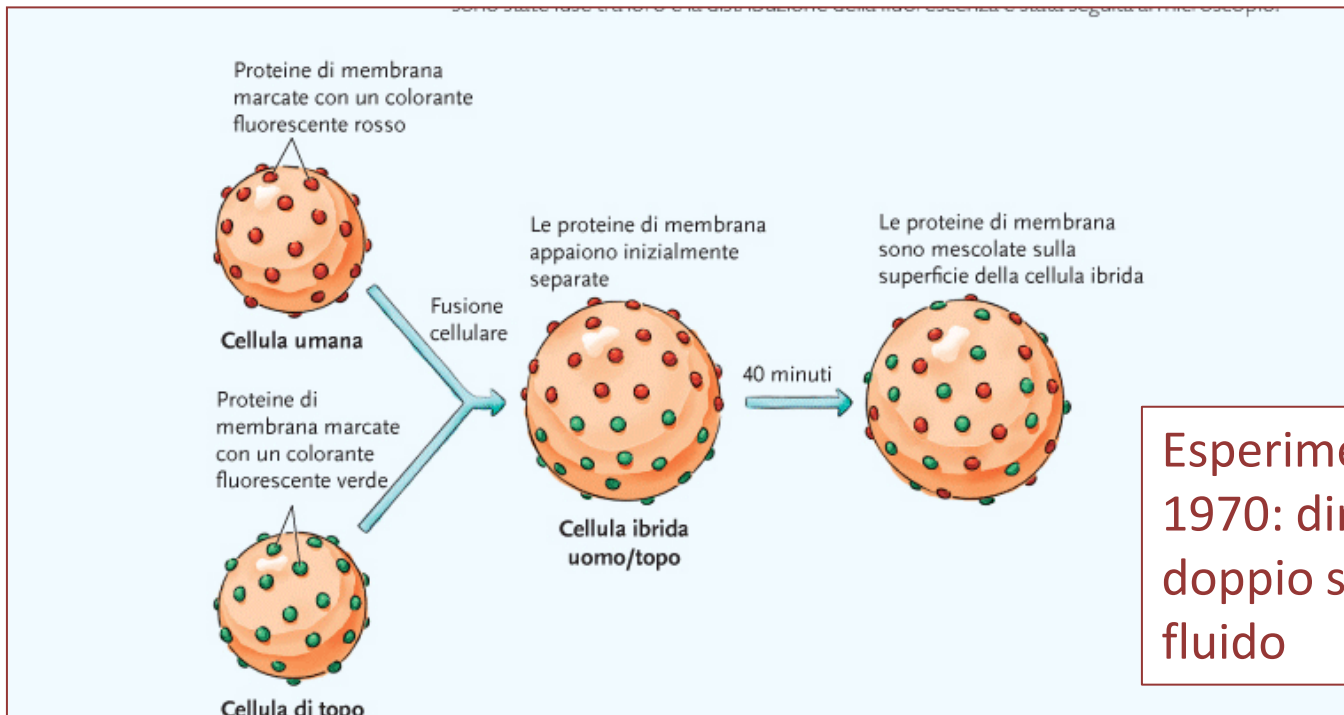
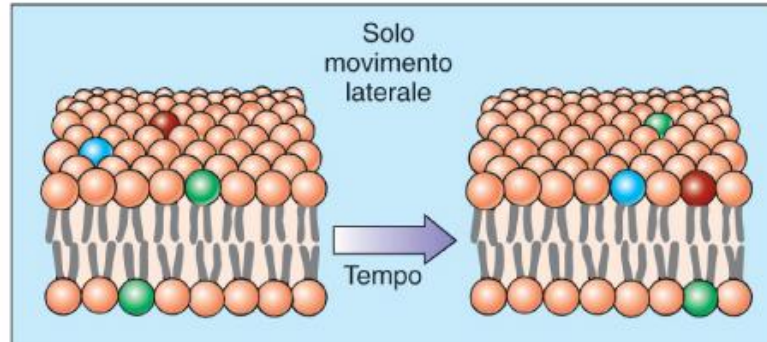
code idrofobe dei fosfolipidi

INTERNO DELLA CELLULA

parte idrofila

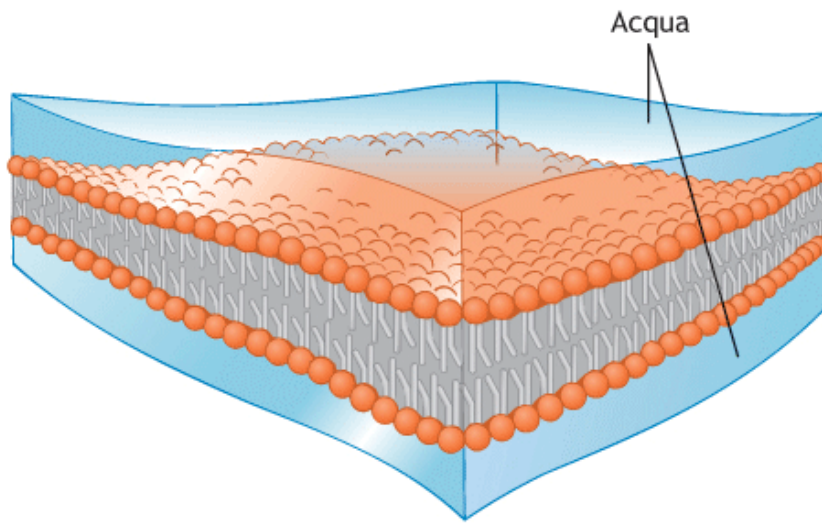


# Le membrane sono fluide

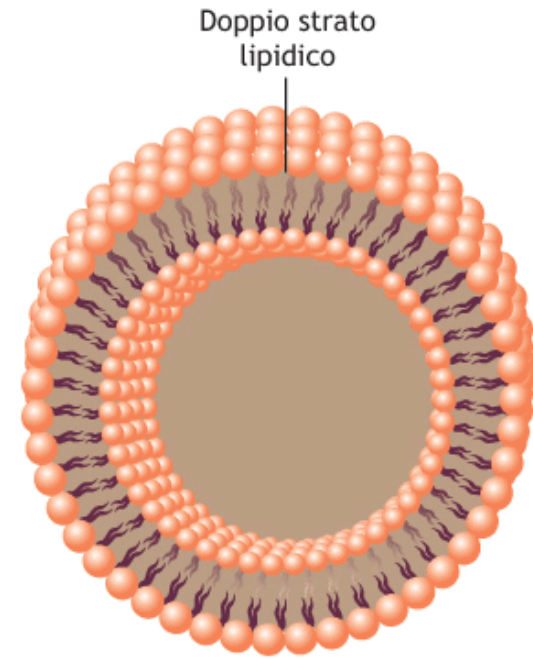


Esperimento di FRYE-EDIDIN 1970: dimostrazione che il doppio stato di fosfolipidi è fluido

Fosfolipidi in ambiente acquoso:  
le teste idrofile interagiscono con  
l'acqua , le code idrofobe sono  
rivolte verso l'interno del doppio  
strato



a) Struttura planare

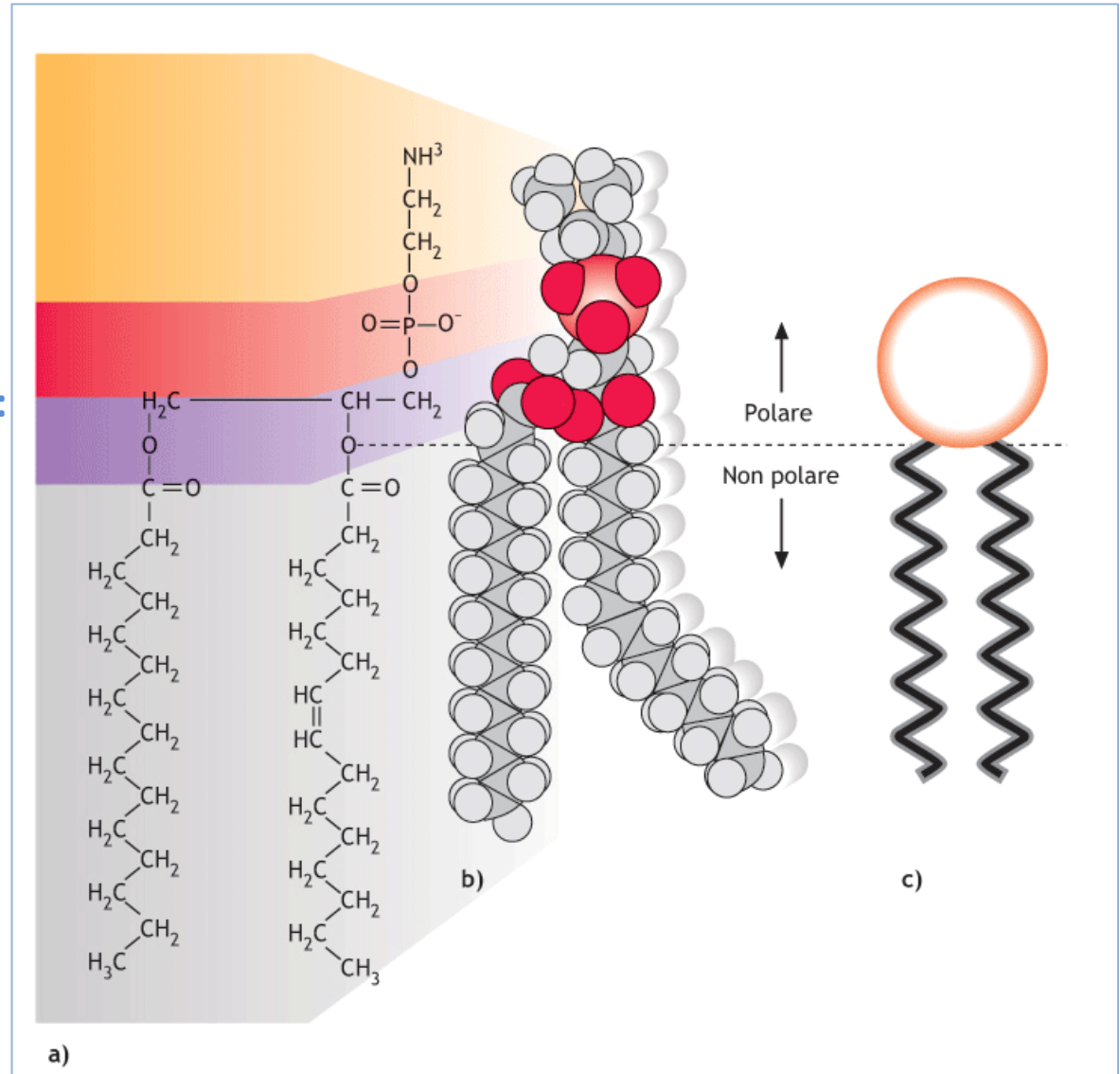


b) Liposoma

# Fosfolipide: molecola anfipatica

Porzione idrofoba e apolare:  
due catene di acidi grassi  
esterificati con il glicerolo

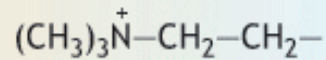
Porzione idrofila e polare:  
Il terzo gruppo OH del  
glicerolo è esterificato con il  
gruppo fosfato che, a sua  
volta, è legato ad un  
gruppo polare



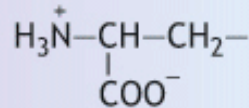
# Fosfogliceridi

Glicerolo, 2 catene di ac. grassi, gruppo fosfato

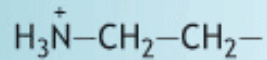
Fosfatidil-colina  
(lecitina)



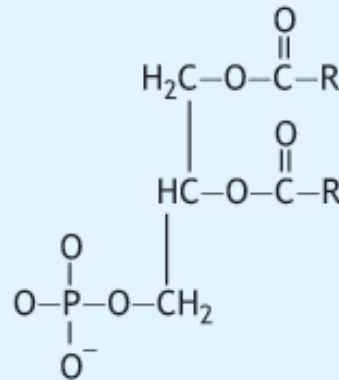
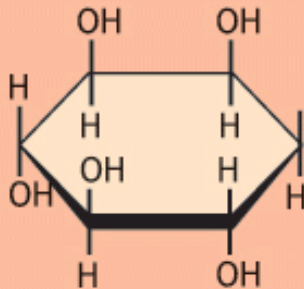
Fosfatidil-serina



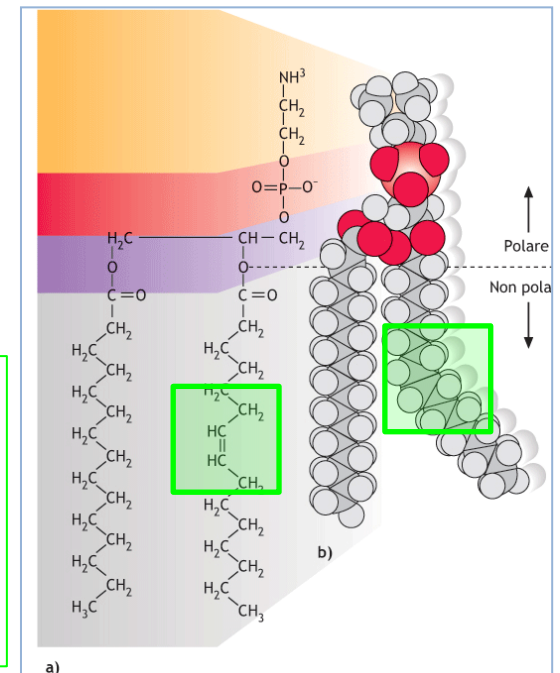
Fosfatidil-etano-  
lammina  
(cefalina)

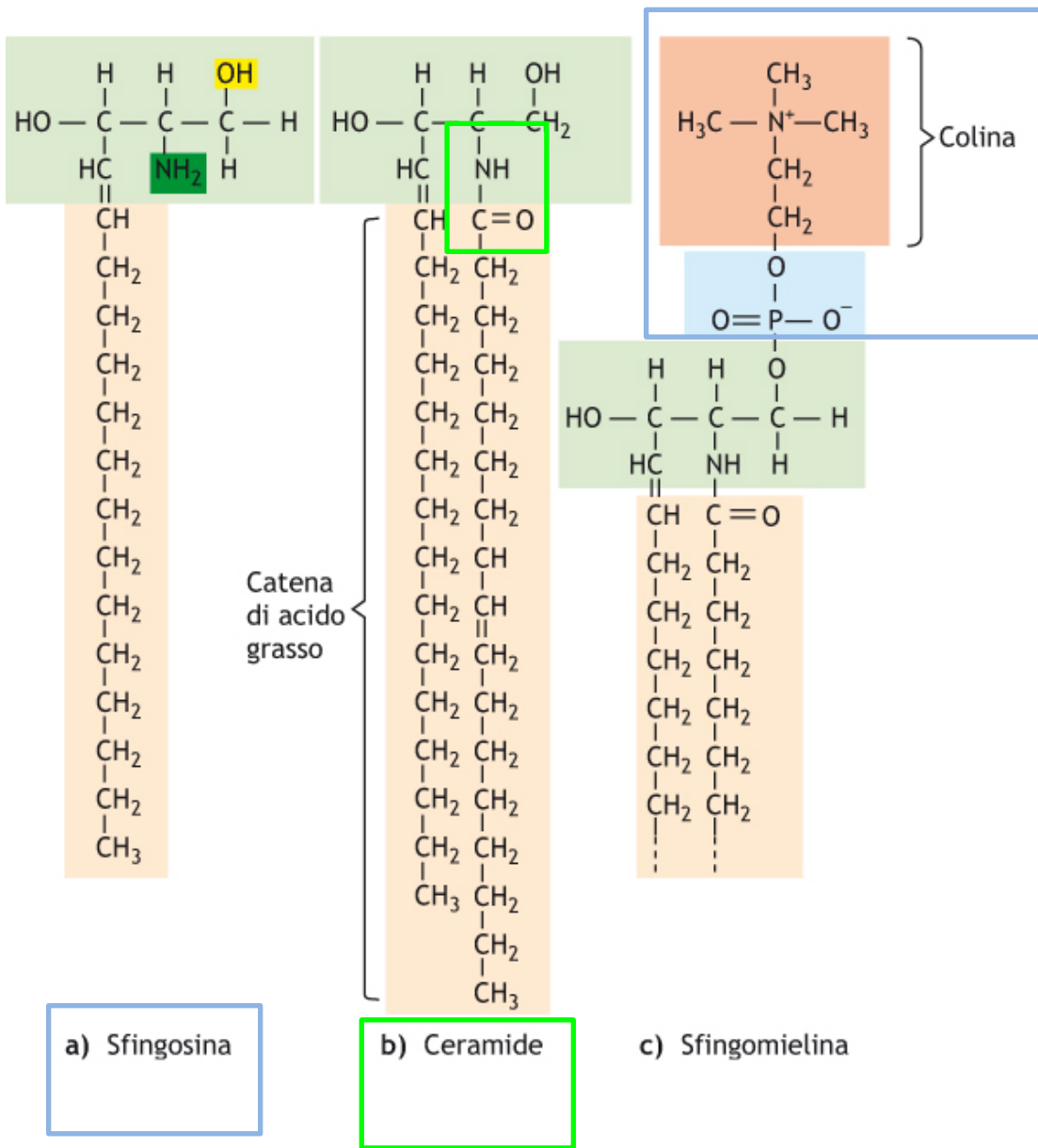


Fosfatidil-inositolo



Acidi grassi a 16, 18, 20 atomi  
di carbonio  
La presenza di doppi legami in  
forma cis conferisce fluidità  
alla membrana

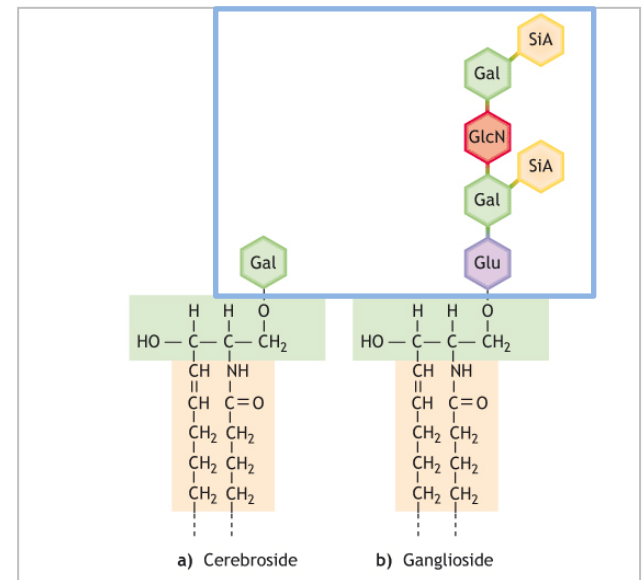




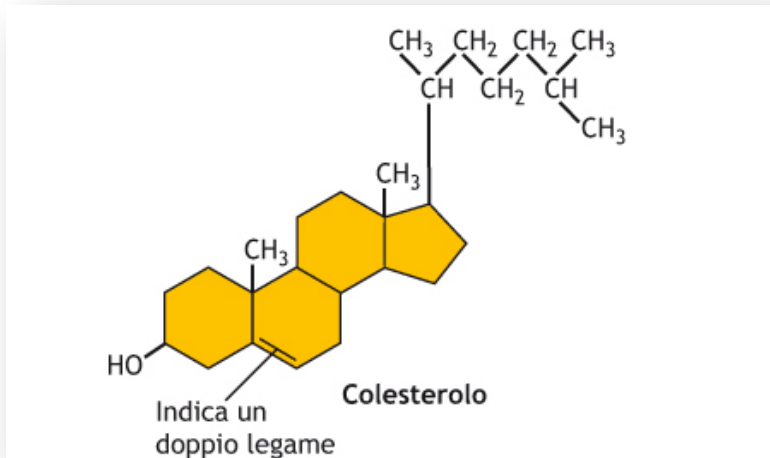
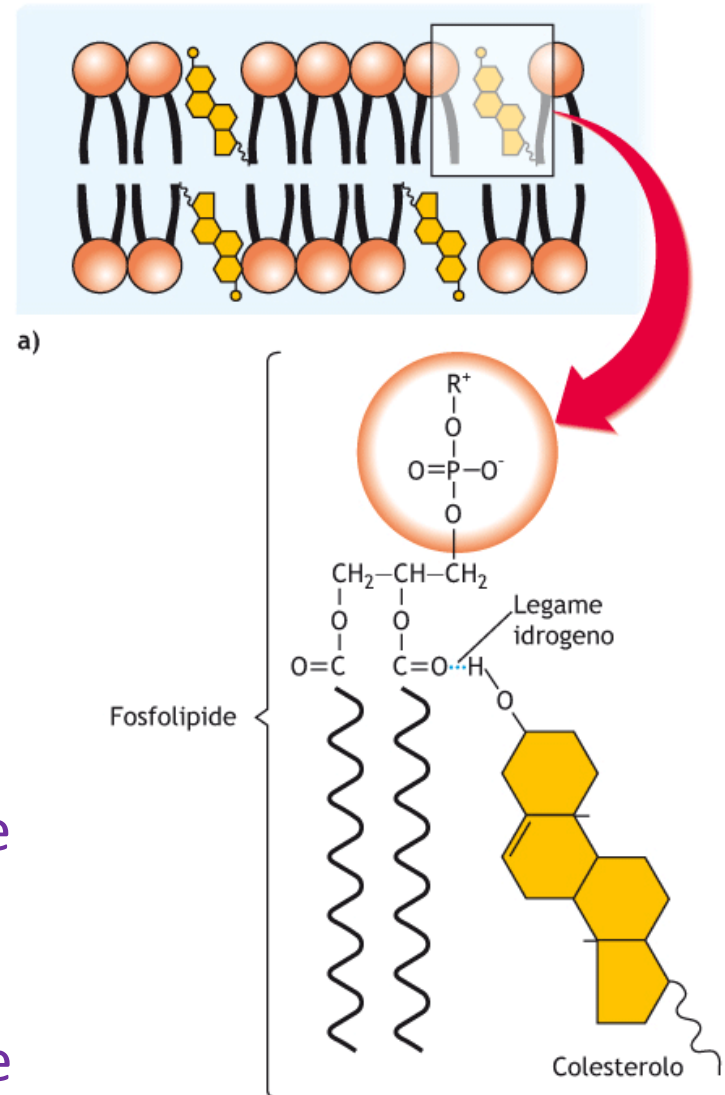
# sfingolipidi

Amminoalcol a lunga catena al posto del glicerolo

# glicosfingolipidi



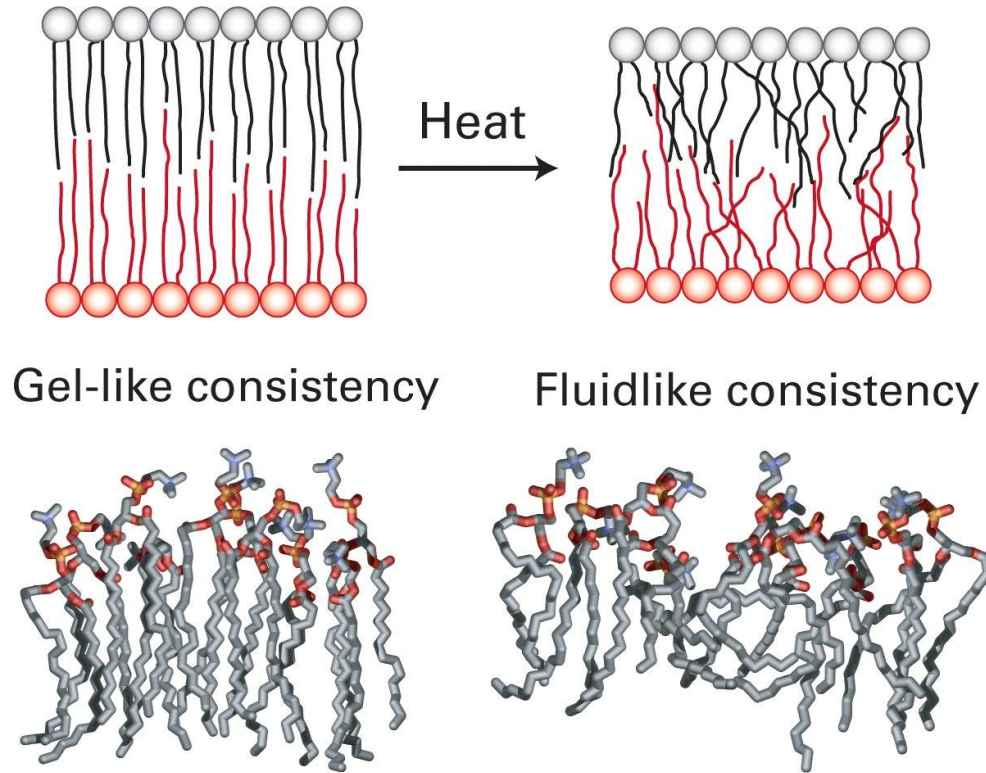
# Steroidi



Il colesterolo riduce la mobilità del tratto prossimale degli ac grassi, ma non di quello distale. Ciò evita l'eccessivo compattamento delle code di ac grassi = **fluidità** di membrana a basse temperature. Aumenta la **flessibilità** e **stabilità** delle membrane



## Transizione di fase : differente mobilità delle catene aciliche dei fosfolipidi al variare della temperatura



Maggiore è la lunghezza delle catene degli ac grassi, minore sarà la fluidità di membrana. Maggiore è il numero di doppi legami, maggiore sarà la fluidità di membrana. (..doppi legami cis).

All'aumentare della TEMPERATURA il colesterolo limita la fluidità della membrana poiché limita il movimento disordinato delle catene idrocarburiche , al contrario del suo effetto a basse temp.



