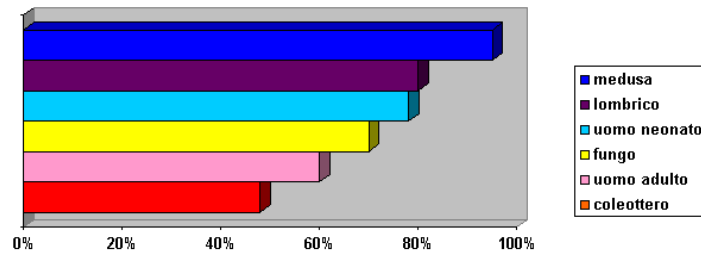


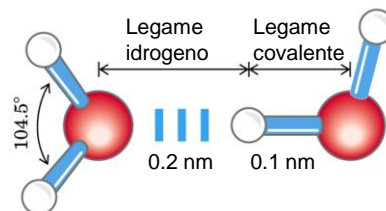
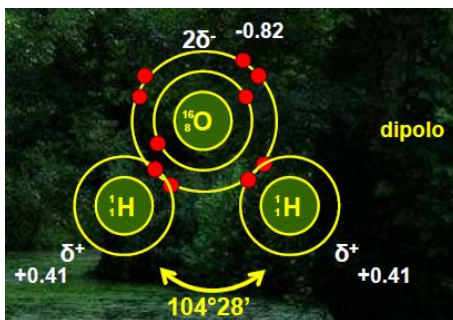
# ACQUA

Molecola principale degli organismi viventi



- mezzo nel quale avvengono le reazioni chimiche dei viventi
- componente di alcune reazioni biochimiche
- mezzo di trasporto nella cellula e nell'organismo
- termoregolatore

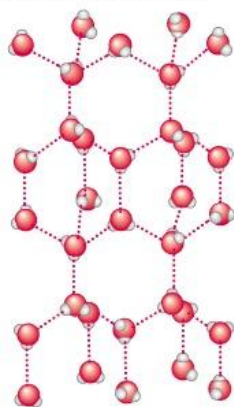
## STRUTTURA dell'ACQUA



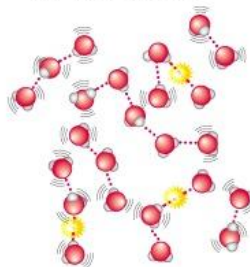
## PROPRIETA' DELL'ACQUA

L'acqua è un **solvente**, ha una **struttura dinamica** ed una **temperatura stabile**

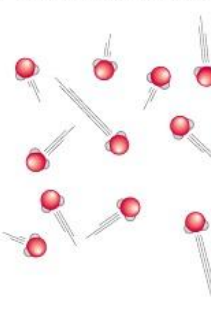
(a) Solid water (ice)



(b) Liquid water



(c) Gaseous water (steam)



© 2001 Sinauer Associates, Inc.

**Elevato calore specifico:** molta energia per determinare piccoli aumenti di T

**Elevato calore di evaporazione:** molta energia per passare allo stato di vapore

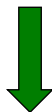
## pH DI UNA SOLUZIONE

Misura della **acidità/basicità** di una soluzione

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

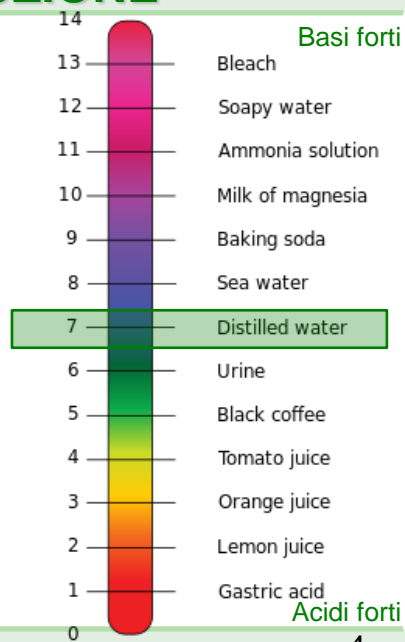
Acqua

$$\text{pH} = -\log_{10}(10^{-7} \text{ moli/litro})$$



$$\text{pH} = 7$$

pH neutro



## GLI ELEMENTI DELLA VITA

Acqua di mare		Essere umano	
Ossigeno	88,3	Ossigeno	65,0
Idrogeno	11,0	Carbonio	18,5
Cloro	1,9	Idrogeno	9,5
Sodio	1,1	Azoto	3,3
Magnesio	0,1	Calcio	2,0
Zolfo	0,09	Fosforo	1,1
Potassio	0,04	Potassio	0,35
Calcio	0,04	Zolfo	0,25
Carbonio	0,003	Sodio	0,15
Silicio	0,0029	Cloro	0,15
Azoto	0,0015	Magnesio	0,05
Stronzio	0,0008	Ferro	0,004
		Iodio	0,0004

93%

5

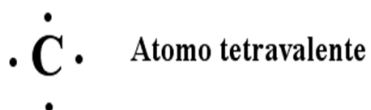
## L'ATOMO DI CARBONIO

Tutti i composti organici hanno uno scheletro di carbonio

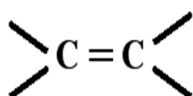
elemento	I	II	III	IV
1 idrogeno	●			
2 elio	●●			
6 carbonio	●●	●●●●		
7 azoto	●●	●●●●●		
8 ossigeno	●●	●●●●●●		

Gusci elettronici

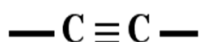
4 elettroni sul secondo guscio



Legame **singolo**  
(con 4 atomi)



Legame **doppio**  
(con 3 atomi)



Legame **triplo**  
(con due atomi)

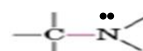
6

# LEGAMI COVALENTI DEL CARBONIO

Nelle molecole biologiche il carbonio interagisce principalmente con:

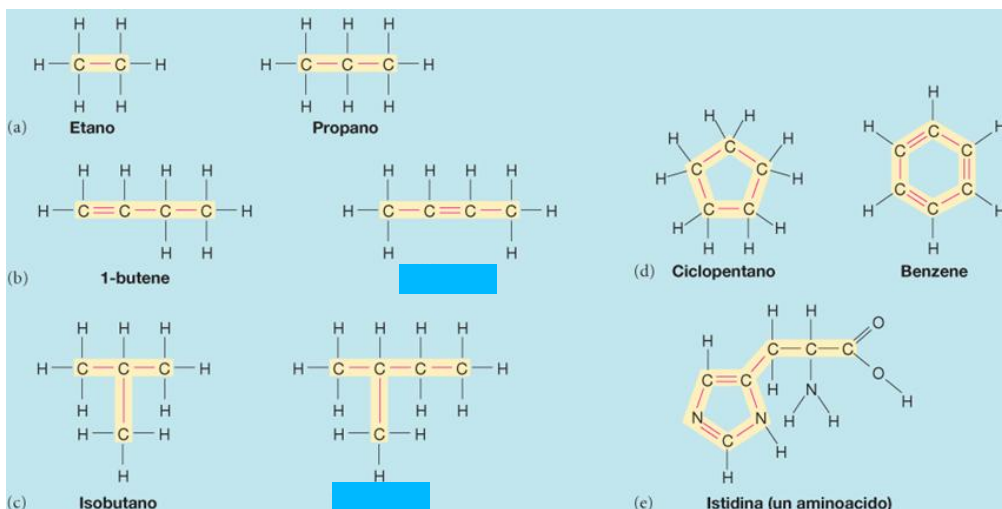
- Carbonio
- Idrogeno
- Ossigeno
- Azoto

elemento	I	II
1 idrogeno	●	
2 elio	●●	
6 carbonio	●●	●●●●
7 azoto	●●	●●●●
8 ossigeno	●●	●●●●



7

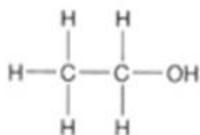
# MOLECOLE ORGANICHE



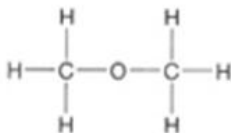
8

## ISOMERI (1)

Molecole con **identica formula molecolare**, ma **diversa disposizione** degli atomi nello spazio. Hanno **proprietà diverse**.

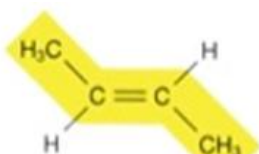


**Etanolo (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O)**

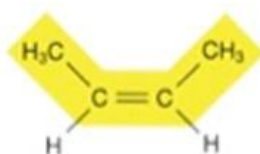


**Dimetil etere (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O)**

**Isomeri Strutturali**  
(legami differenti)



**trans-2-butene**



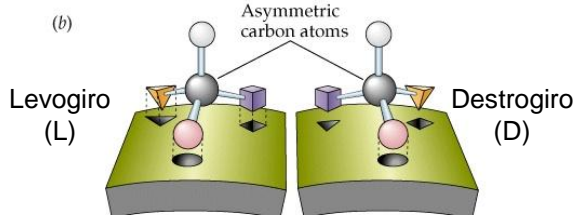
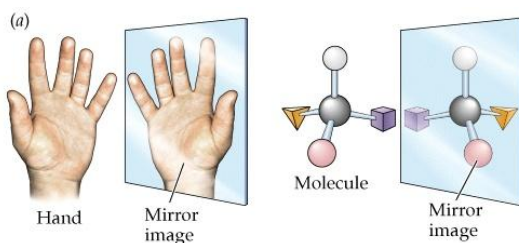
**cis-2-butene**

**Isomeri Geometrici**  
(struttura planare differente)

## ISOMERI (2)

### Isomeri ottici o enantiomeri

Molecole con immagine speculare  
**NON** sovrapponibile




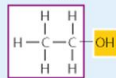

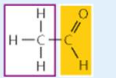

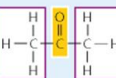
In generale solo un isomero  
è **biologicamente attivo**  
(D-Glucosio, L-Alanina etc...).






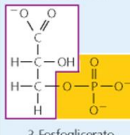

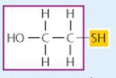
Perché?

© 2001 Sinauer Associates, Inc.

# GRUPPI FUNZIONALI

Conferiscono **differenti forme e reattività** alle molecole  
(predire come reagiranno con altre molecole)

Gruppo funzionale	Classi di composti con relativi esempi	Proprietà
Ossidrilile 	Alcoli  Etanolo	Molecole polari. I legami idrogeno con l'acqua le rendono idrosolubili. Facilita il legame con altre molecole mediante reazioni di condensazione.
Aldeide 	Aldeidi  Acetaldeide	C=O è fortemente reattivo. Importante nelle sintesi molecolari e nelle reazioni che liberano energia.
Chetone 	Chetoni  Acetone	Il gruppo C=O è importante nei carboidrati e nelle reazioni energetiche.

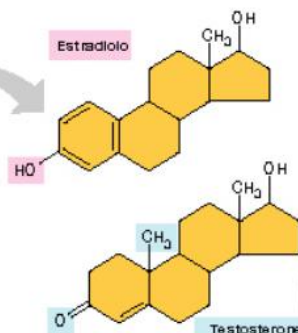
Carbossile 	Acidi carbossilici  Acetato	Conferisce carattere acido alle molecole. Nei tessuti viventi va incontro a ionizzazione e forma $\text{—COO}^-$ e $\text{H}^+$ . Partecipa alle reazioni di condensazione liberando un gruppo $\text{—OH}$ . Alcuni acidi carbossilici sono importanti nelle reazioni che rilasciano energia.
Gruppo amminico 	Ammine  Metilammina	Conferisce carattere basico. Nei tessuti viventi funge da accettore di $\text{H}^+$ , formando $\text{NH}_3^+$ . Partecipa alle reazioni di condensazione cedendo $\text{H}^+$ .
Gruppo fosfato 	Fosfati organici  3-Fosfoglicerato	Ha carica negativa. Partecipa alle reazioni di condensazione cedendo $\text{—OH}$ . Se legato a un altro fosfato, l'idrolisi rilascia molta energia.
Sulfidrilile 	Tioli  Mercaptoetanolo	Cedendo $\text{H}_2$ , due gruppi $\text{—SH}$ possono formare un ponte disolfuro ( $\text{S—S}$ ), che ha un effetto stabilizzante sulla struttura di una proteina.

11

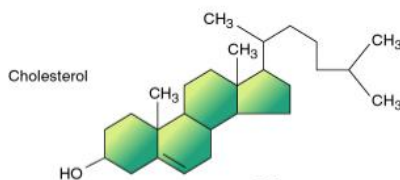
## ESEMPIO



Leone femmina



Leone maschio

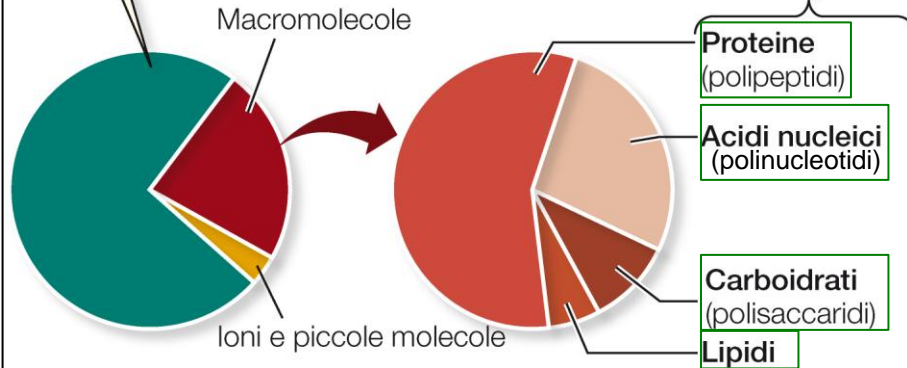


12

# MACROMOLECOLE BIOLOGICHE

I tessuti viventi sono costituiti per il 70% di acqua.

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



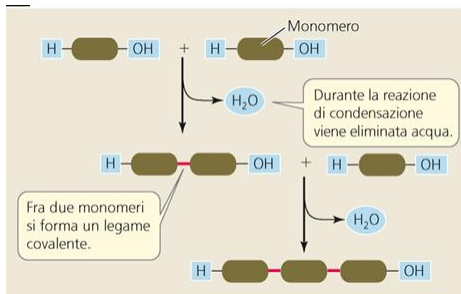
Fatta eccezione per molti tipi di lipidi, le macromolecole sono polimeri. Si formano attraverso legami covalenti tra molecole più piccole (monomeri)

13

# CONDENSAZIONE ed IDROLISI

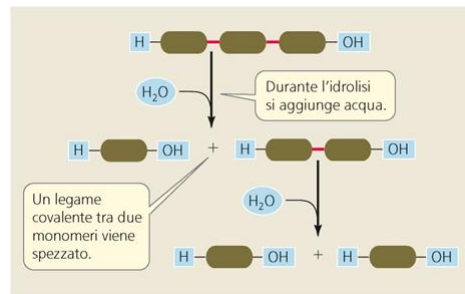
Sono le reazioni che creano/allungano e accorciano/distruggono i polimeri

## Condensazione



Unione di monomeri  
Rilascio d'acqua  
Richiede energia

## Idrolisi



Scissione dei polimeri  
Consumo d'acqua  
Libera energia

14

# CARBOIDRATI

15

## COSTITUENTI e FUNZIONI

Formula generica:  $C_n(H_2O)_n$

### Funzioni:

- Fonte di energia (immagazzinata nei legami molecolari)
- Trasporto di energia (circolazione delle molecole)
- Struttura (forma a cellule e tessuti)
- Riconoscimento e segnale

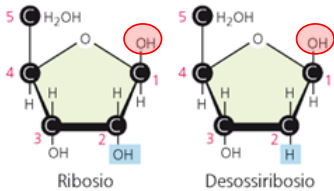
16



# MONOSACCARIDI

Sono le **molecole più piccole** dei carboidrati (3-7 atomi di carbonio)  
Negli organismi viventi sono tutti **isomeri ottici di tipo D**

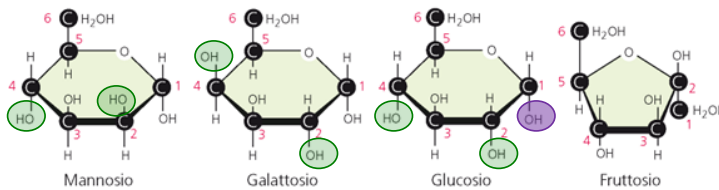
## Pentosi



Componenti degli acidi nucleici:  
Ribosio -> RNA  
Desossiribosio -> DNA

C1  $\beta$  (può essere anche  $\alpha$ )

## Esosi



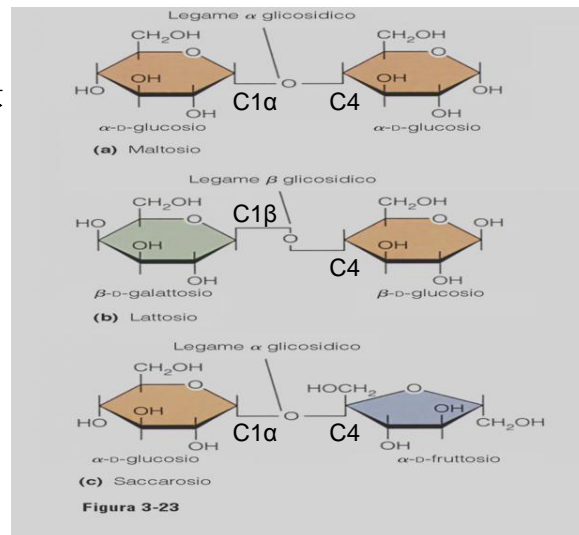
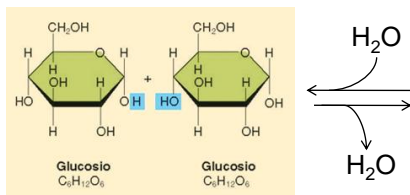
Tutti  $C_6H_{12}O_6$

C1  $\alpha$  (può essere anche  $\beta$ )

17

# DISACCARIDI

Si formano per **condensazione** di **due** monosaccaridi



I più comuni:  
Maltosio ( $\alpha$ ) / Cellobiosio ( $\beta$ )  
Lattosio ( $\beta$ )  
Saccarosio

18

# POLISACCARIDI

Sono costituiti da migliaia di monosaccaridi (legami glicosidici)

## Homopolysaccharides

Amido  
Glicogeno  
Cellulosa  
Chitina

## Heteropolysaccharides

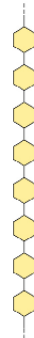
Supporto extracellulare  
Parete cellulare batterica  
Matrice extracellulare

Unbranched

Branched

Two monomer types, unbranched

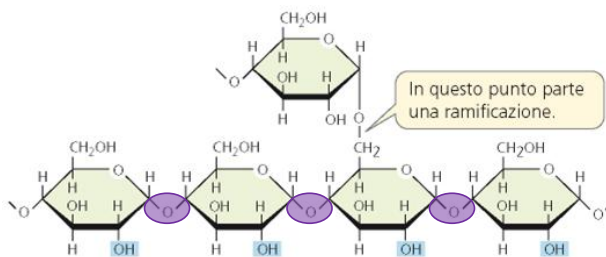
Multiple monomer types, branched



19

# AMIDO e GLICOGENO

Omopolimeri ramificati del glucosio



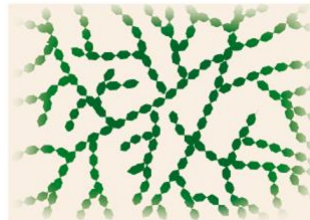
Perché la cellula non conserva direttamente il glucosio?

Legame  $\alpha$ -1-4 glicosidico

Principale riserva energetica di piante (amido) e animali (glicogeno)



Amido  
(colloidale)

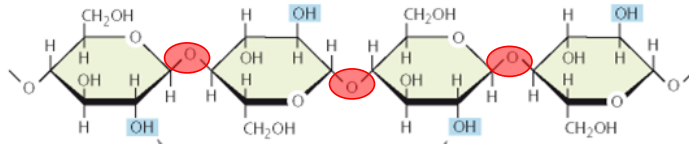


Glicogeno  
(solido)

20

# CELLULOSA

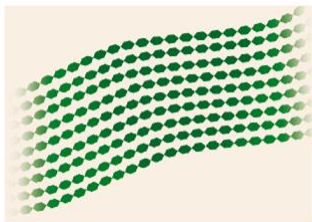
Omopolimero lineare del glucosio (biopolimero più abbondante sulla terra)



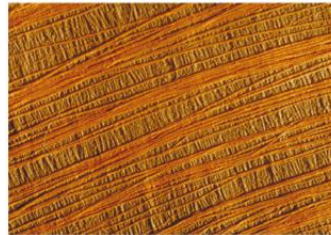
Perchè i mammiferi non possono usare l'energia presente nella cellulosa?

Legame  $\beta$ -1-4 glicosidico

Principale componente della parete delle cellule vegetali.



Struttura compatta  
(legami idrogeno tra le molecole)

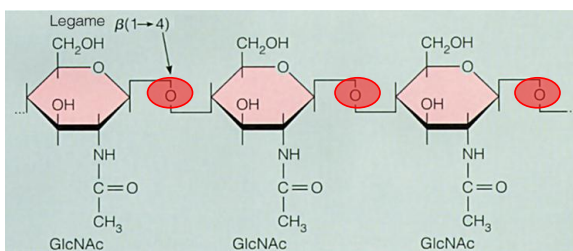


Fibrille di collagene al microscopio

21

# CHITINA

Omopolimero lineare dell' N-Acetil-Glucosammina  
(secondo biopolimero più abbondante sulla terra)



Legame  $\beta$ -1-4 glicosidico

Principale componente della parete cellulare dei funghi e dell'esoscheletro degli insetti.



Tessuto connettivo:  
acido ialuronico  
(gruppi carbossilici)

22

# LIPIDI

23

## COSTITUENTI e FUNZIONI

Costituiti da C,H (e poco O)

Altamente **apolari** e quindi **insolubili** in acqua

**Non** generano quasi mai **polimeri**

### Funzioni:

- Fonte di energia (immagazzinata nei legami molecolari)
- Ruolo strutturale (membrane cellulari)
- Isolanti termici negli animali
- Segnale

24



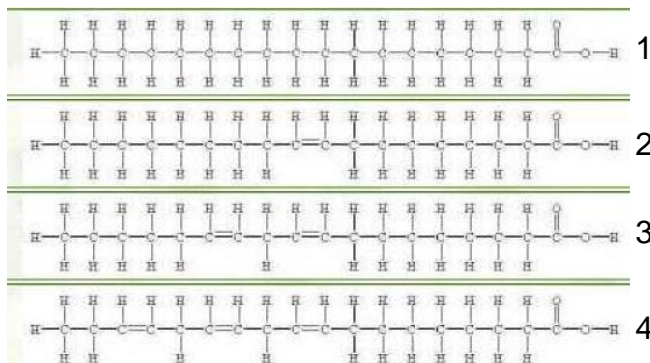
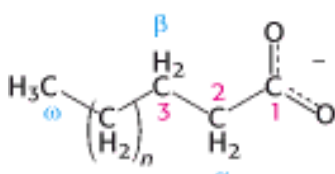
## ESEMPI di ACIDI GRASSI

Nome d'uso	sistematica		fonti principali
Butirrico	Butanoico	C4:0	latte, burro
Capronico	esanoico	C6:0	latte, cocco, semi di palma
Caprilico	ottanoico	C8:0	latte, cocco, olio di palma
Caprico	decanoico	C10:0	latte, olio di palma
Caproleico	$\Delta^{9,10}$ -cis-decenoico	C10:1	latte umano e caprino
Laurico	dodecanoico	C12:0	latte, burro, olio di palma
Lauroleico	$\Delta^{11,12}$ -cis-dodecenoico	C12:1	aringhe
Miristico	tetradecanoico	C14:0	lardo, noce moscata, oli di semi
Miristoleico	9-cis-tetradecanoico	C14:1	grasso di balena
Palmitico	esadecanoico	C16:0	grassi ed oli, strutto
Palmitoleico	esadecenoico	C16:1	lipidi animali e vegetali
Stearico	ottadecanoico	C18:0	grassi ed oli, burro di cacao
Oleico	9-cis-ottadecenoico	C18:1	oli di oliva, arachide; nocciola
Linoleico ( $\omega 6$ )	cis-9,12-ottadecadienico	C18:2	semi di lino, soia, cotone
Linolenico ( $\omega 3$ )	cis-9,12,15-ottadecadienico	C18:3	semi di lino, soia
Arachidico	eicosanoico	C20:0	arachidi
Gadoleico	9-cis-eicosenoico	C20:1	oli di pesci, colza
Arachidonico ( $\omega 3$ )	cis-5,8,11,14-eicotetraenoico	C20:4	oli di pesci, surrenali del bue
Behenico	docosanoico	C22:0	oli di semi, arachidi
Erucico	cis-13-docosenoico	C22:1	oli di brassicaceae
Clupanodonic ( $\omega 3$ )	4,8,12,15,19-docosapentaenoico	C22:5	oli di pesci
Lignoceric	tetracosanoico	C24:0	oli di arachidi e brassicaceae

*Alcuni acidi grassi più comuni ed importanti per l'alimentazione*

27

## POSIZIONE dei DOPPI LEGAMI



1- Acido stearico ( $C_{18:0}$ ): acido ottadecanoico

2- Acido oleico ( $C_{18:1}$ ): acido 9-cis-ottadecenoico; è un  $\omega 9$ .

3- Acido linoleico ( $C_{18:2}$ ): acido 9,12-cis-cis-ottadecadienico; è un  $\omega 6$ .

2- Acido linonenico ( $C_{18:3}$ ): acido 9,12,15-cis-cis-cis-ottadecatrienico; è un  $\omega 3$ .

**Gli acidi  $\omega 3$  ed  $\omega 6$  sono essenziali** (non abbiamo enzimi in grado di inserire doppi legami a meno di 7 atomi di carbonio dal  $CH_3$ )

28



# TRIGLICERIDI

Glicerolo  
(un alcol)

3 Molecole di acidi grassi

3  $\text{H}_2\text{O}$

Trigliceride

Scarsa polarità  
(immiscibilità con acqua)

Riserva energetica  
grassi (solidi), oli (fluidi)

# FOSFOLIPIDI

Fosfatidilcolina

Colina

Fosfato

Glicerolo

Catene idrocarburiche

La testa idrofila è attratta dall'acqua, che è polare.

Testa idrofila

Carica positiva

Carica negativa

Coda idrofoba

Le code idrofobe non sono attratte dall'acqua.

Differente polarità (natura anfipatica)

Membrana cellulare

Chemical structure of Phosphatidylcholine (Fosfatidilcolina):

- Colina (Choline):**  $\text{H}_3\text{C}-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
- Fosfato (Phosphate):**  $-\text{O}-\text{P}(=\text{O})(\text{O}^-)-\text{O}-$
- Glicerolo (Glycerol):**  $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2$  (with ester linkages to the fatty acid chains)
- Catene idrocarburiche (Hydrocarbon chains):** Two fatty acid chains, one saturated and one monounsaturated.

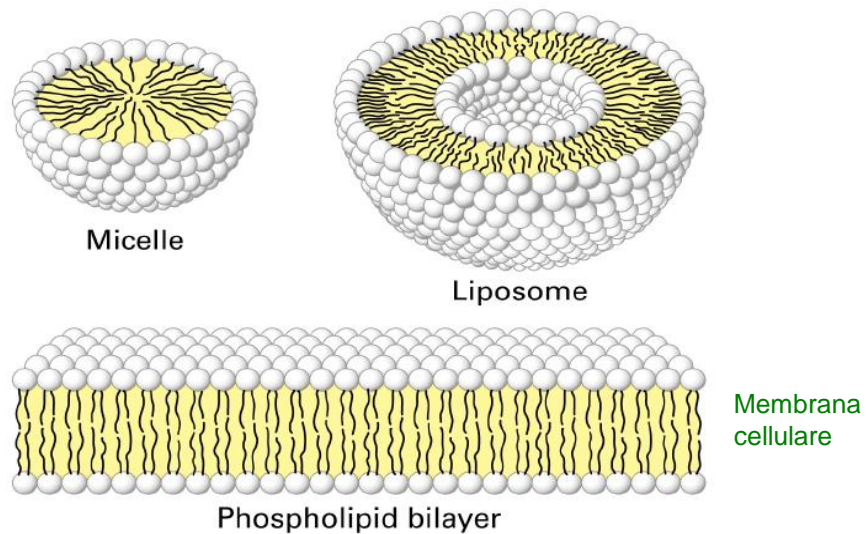
3D Model Labels:

- Testa idrofila (Hydrophilic head):** The polar region of the molecule, containing the choline and phosphate groups.
- Carica positiva (Positive charge):** The quaternary ammonium group of the choline.
- Carica negativa (Negative charge):** The phosphate group.
- Coda idrofoba (Hydrophobic tail):** The non-polar region of the molecule, consisting of the two fatty acid chains.
- Le code idrofobe non sono attratte dall'acqua.** (Hydrophobic tails are not attracted to water.)

Cell Membrane (Membrana cellulare):

The diagram illustrates the phospholipid bilayer structure of a cell membrane. A callout shows a cross-section of the membrane with a phospholipid molecule embedded, labeled 'Testa idrofila' (hydrophilic head) and 'Coda idrofoba' (hydrophobic tail).

## DISPOSIZIONE DEI FOSFOLIPIDI IN ACQUA



31

## ALTRI LIPIDI

### Steroidi:

Lipidi policiclici.

Il **colesterolo** è fondamentale nelle **membrane biologiche**, precursore di **ormoni** e di sali biliari.

### Terpeni:

Lipidi a base di **isoprene** (struttura a 5 atomi di carbonio).

Sono responsabili del **profumo** di piante e fiori e dei **pigmenti** animali e vegetali (carotenoidi).

### Cere:

Esteri degli acidi grassi.

Funzione di **protezione** di piante ed animali (lanolina, piumaggio)

32