

# Fondamenti di chimica organica

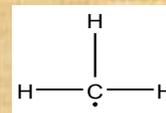
Con il termine chimica **ORGANICA** si intende la **chimica del carbonio**, e di tutti i composti che lo contengono; gli idrocarburi sono i composti organici più semplici, vi sono comunque moltissimi altri composti che si ottengono dalla reazione del carbonio con alcuni altri elementi

Elementi presenti negli organismi viventi			
Elemento	Elettronegatività		N° tipico di legami
	Valore	Differenza dal C	
Ossigeno	3.5	1.0	2
Idrogeno	2.1	0.4	1
Carbonio	2.5	0.0	4
Zolfo	2.5	0.0	2
Cloro	3.0	0.5	1
Azoto	3.0	0.5	3
Fosforo	2.1	0.4	3 e 5

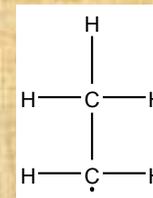
## Radicali:

Il radicale si ottiene togliendo un idrogeno ad un idrocarburo e il nome del radicale è la radice del nome (ricavata dal numero di atomi di C) + il suffisso "ile"

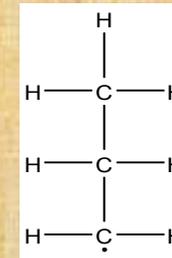
Di solito sono indicati **R·** o **R-**



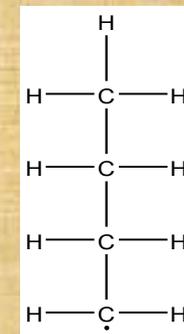
Metile



Etile



Propile



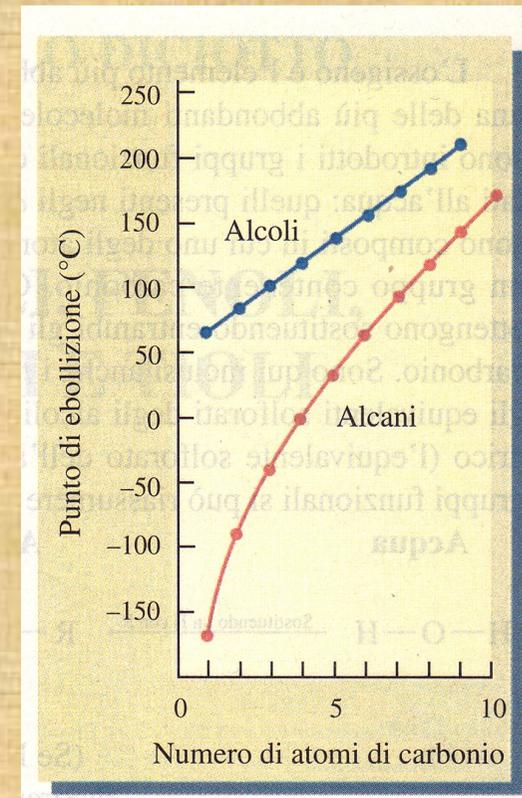
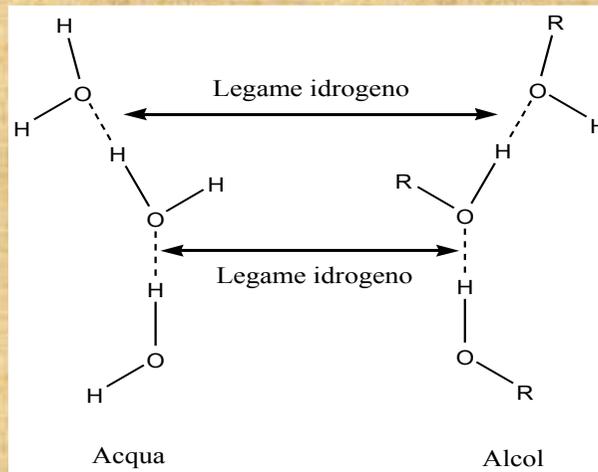
Butile





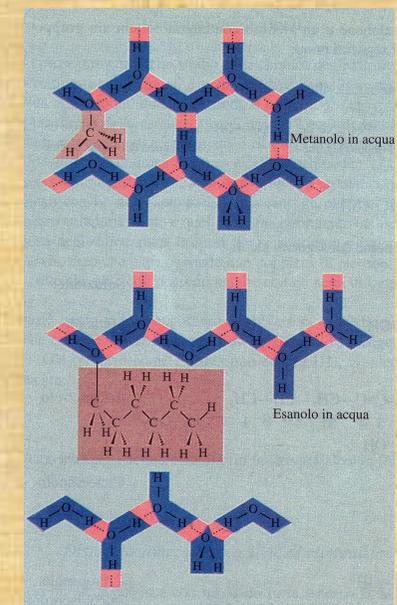
Il gruppo funzionale degli alcoli (-OH) influenza moltissimo le **proprietà fisiche** di questi composti a partire dalla **temperatura di ebollizione**;

Il gruppo -OH può formare legami idrogeno intermolecolari.



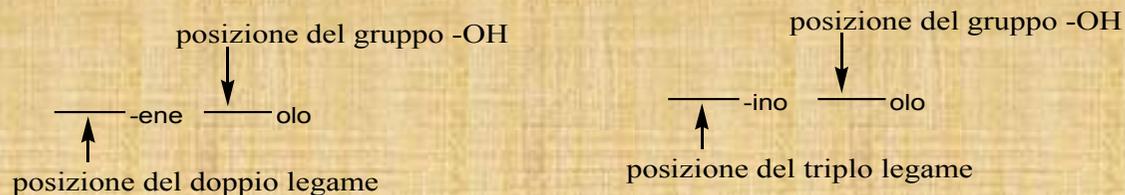
## Solubilità degli alcoli in acqua

Il legame idrogeno si forma ogni qual volta un idrogeno è legato ad un atomo molto elettronegativo e questo succede sia nell'acqua che nell'alcol, questo spiega l'elevata solubilità di questi composti organici in acqua.

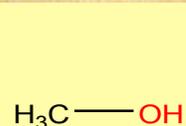


## Nomenclatura degli alcoli

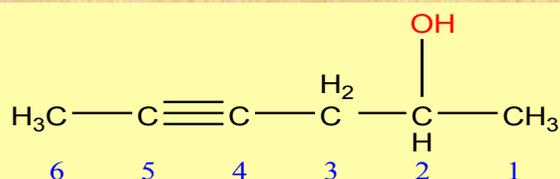
- Quando in un idrocarburo è presente un gruppo  $\text{-OH}$  la vocale finale dell'alcano, dell'alchene e dell'alchino viene sostituito da **-olo**.
- La numerazione dei carboni viene fatta in modo che il gruppo  $\text{-OH}$  abbia il numero più basso possibile.
- Se un alchene o un alchino contengono un gruppo  $\text{-OH}$  si usano i seguenti nomi:



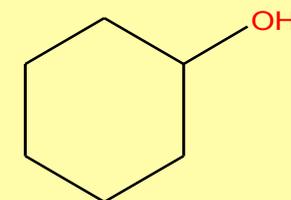
### Esempi:



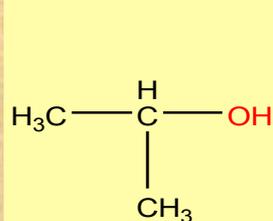
Metanolo



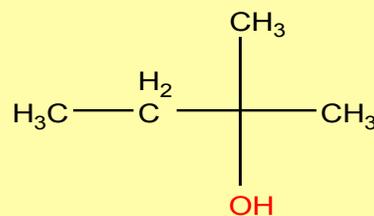
4-esin-2-olo



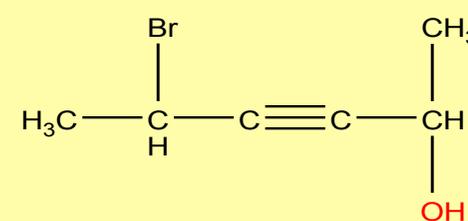
Cicloesano



2-propanolo  
(alcol isopropilico)



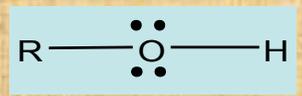
2-Metil-2-butanolo



5-Bromo-3-esin-2-olo

# Reazioni chimiche degli alcoli

Comportamento come base e acido di Lewis

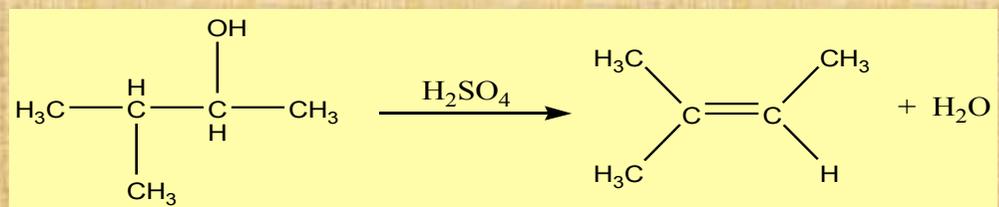
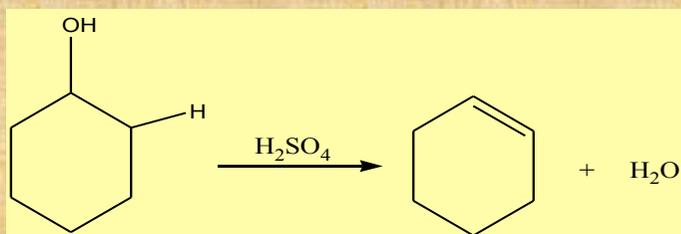


Disidratazione degli alcoli

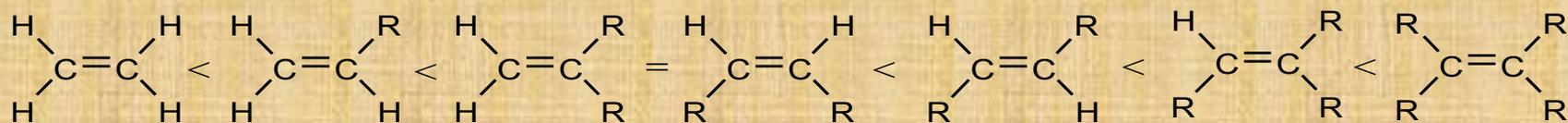


Si noti che l' -OH e l' -H che vengono persi trovano su atomi di carbonio adiacenti

Esempi



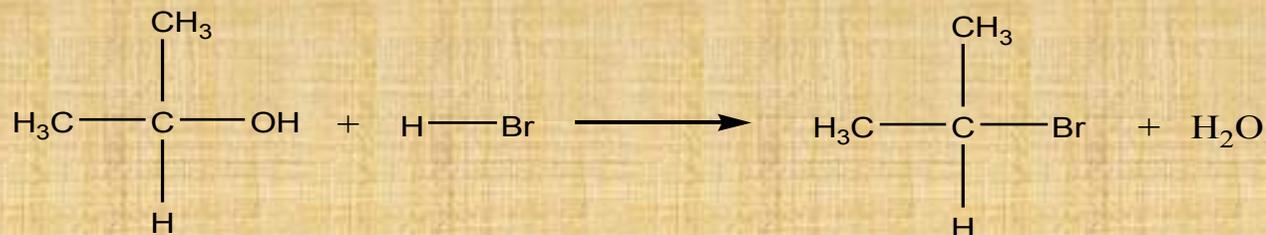
Si forma l'alchene più sostituito



## Formazione degli alogenuri alchilici



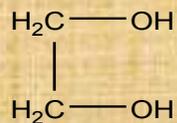
Esempio



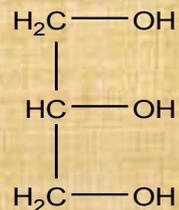
## Composti poliossidrilici (alcoli polifunzionali)

**Molti composti contengono più di un gruppo -OH.**

Questi composti vengono chiamati allo stesso modo degli alcoli normali tranne che ad ogni -OH viene assegnato un numero per indicare la posizione e prefissi di-,tri-, e così via per indicare il numero di -OH



**1,2-etandiolo**  
Glicol etilenico  
(Il componente principale degli anticongelanti)



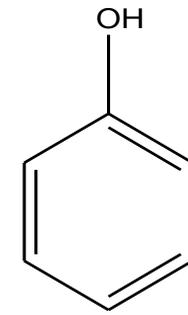
**1,2,3-propantriolo**  
Glicerolo o Glicerina  
(serve a dare ad alcuni saponi una sensazione di morbidezza)

# Fenoli

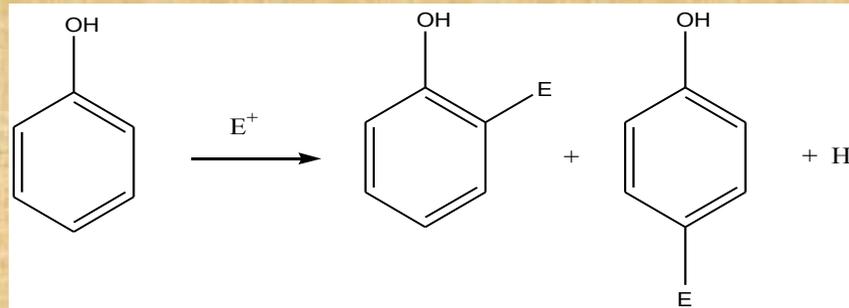
I fenoli si distinguono dagli alcoli solo per la presenza del gruppo funzionario ( $-\text{OH}$ ) nell'anello benzenico.

Il Fenolo viene usato come composto progenitore degli altri composti (come abbiamo visto per il toluene)

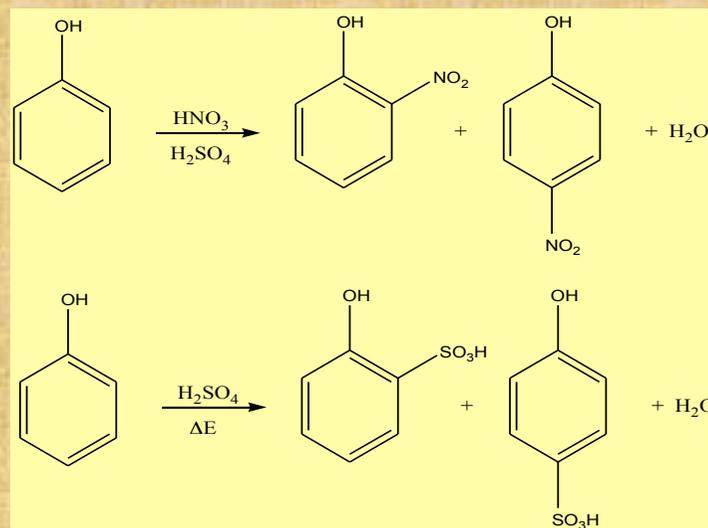
Reazione: **Sostituzione elettrofila aromatica del fenolo**



**Fenolo**  
IUPAC Benzenolo  
Acido fenico

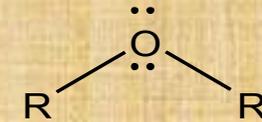


Esempi:



# Eteri

Gli eteri sono composti schematicamente simili all'acqua in cui entrambi gli idrogeni sono sostituiti con gruppi Alchilici ed Arilici (R, Ar)

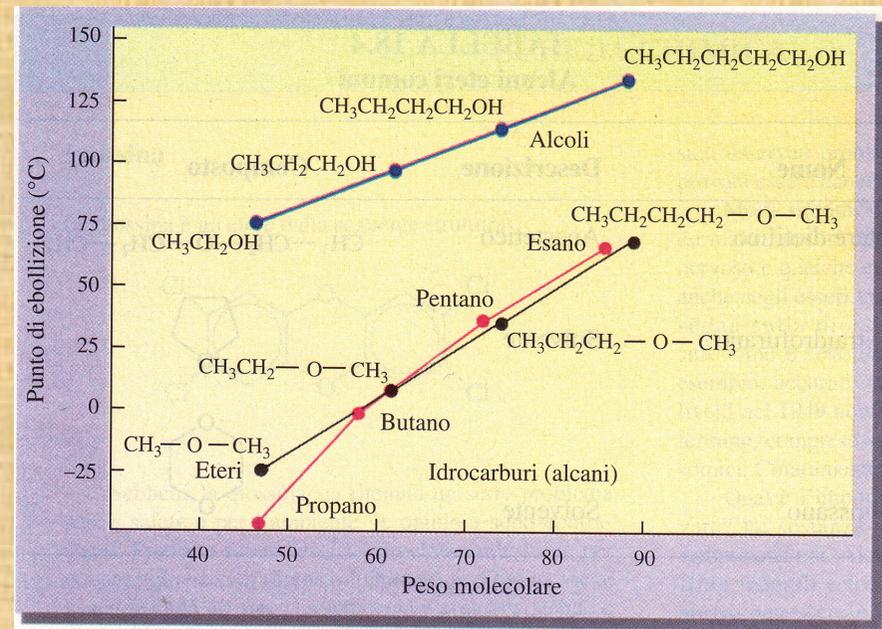


Gli eteri assomigliano a idrocarburi polari;

Non contenendo idrogeni legati all'ossigeno quindi non si hanno legami idrogeno tra molecole di eteri.

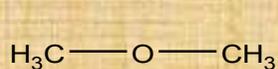
## Bassi Punti di ebollizione

Sono ottimi solventi per gli idrocarburi e hanno deboli legami idrogeno con gli alcoli e l'acqua.

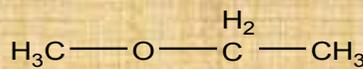


## Nomenclatura degli eteri

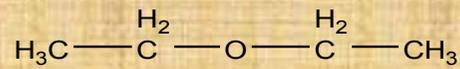
Vi è una nomenclatura sistematica secondo la IUPAC ma questi composti vengono comunemente chiamati menzionando i due gruppi, che siano alchilici o arilici, facendo seguire poi il termine etere.



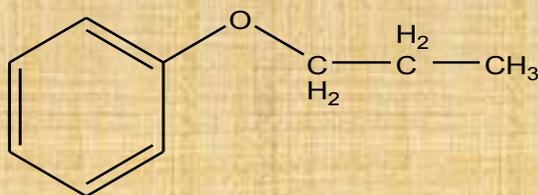
di-meti etere



metil-etil etere

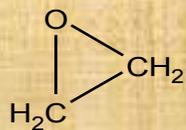


di-etil etere

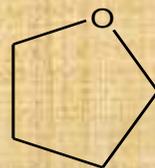


Fenil n-propil etere

## Epossidi (eteri ciclici)



eossido di etilene



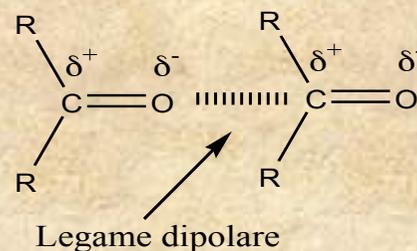
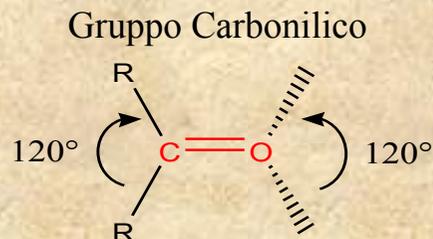
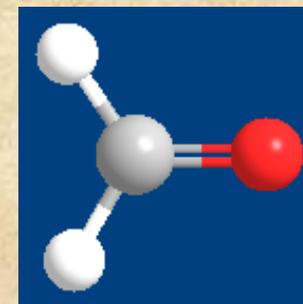
Tetraidrofurano



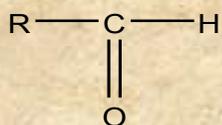
Diossolano

# Il gruppo carbonilico e i suoi composti:

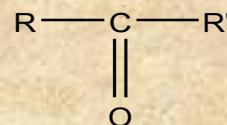
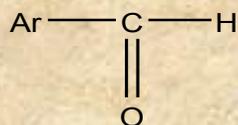
## ALDEIDI E CHETONI



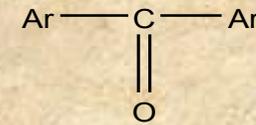
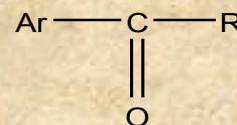
La presenza dell'ossigeno impartisce a queste molecole una buona polarità;



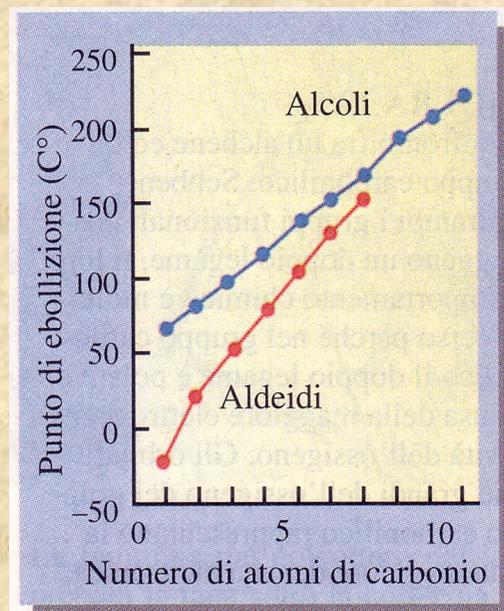
Aldeidi



Chetoni



Non ci sono legami idrogeno intermolecolare anche se possono dare legami idrogeno con altre molecole come l'acqua o gli alcoli.

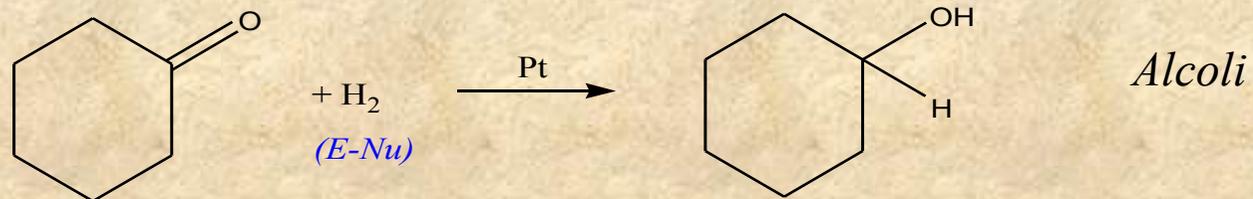
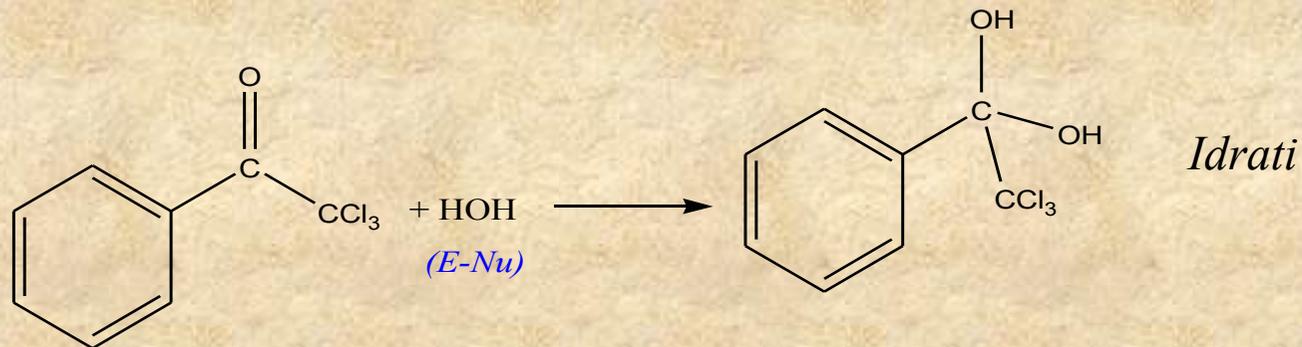
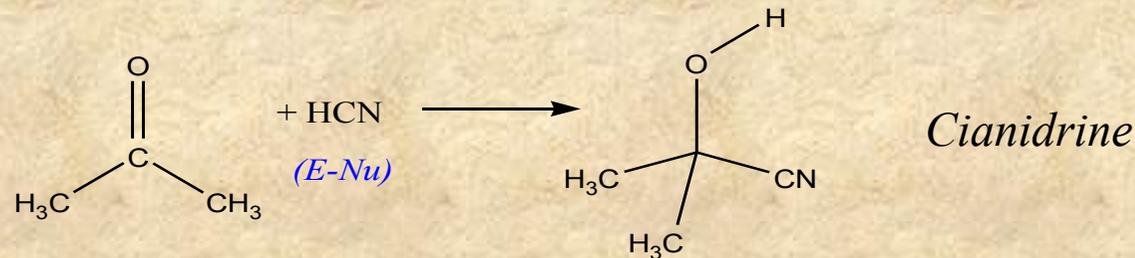
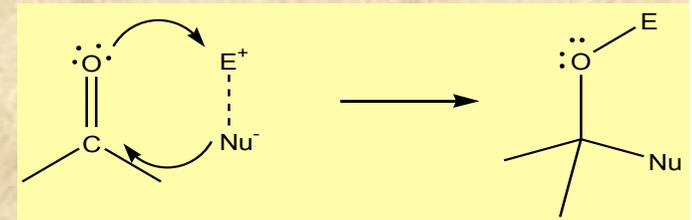




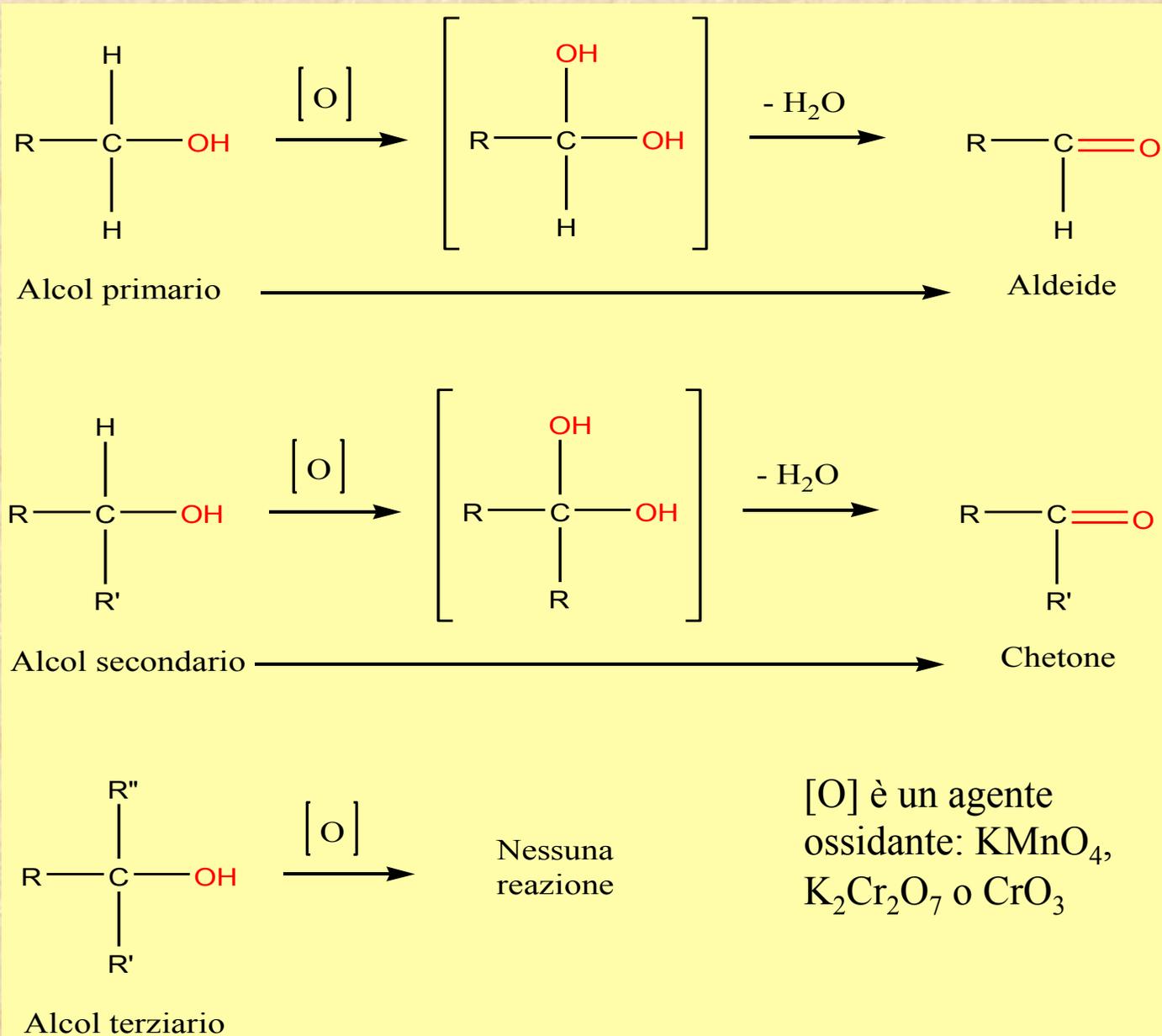
## Reazione dei composti carbonilici

Reazioni di addizione del gruppo carbonilico: la chimica del doppio legame.

Il doppio legame si presta all'addizione di un elettrofilo  $E^+$  e di un nucleofilo  $Nu^-$  (H-CN, H-OH, H-H, R-OH)

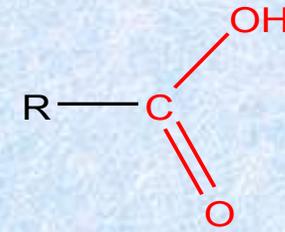


Le aldeidi ei chetoni derivano principalmente dalle **reazioni di ossidazione** degli alcoli

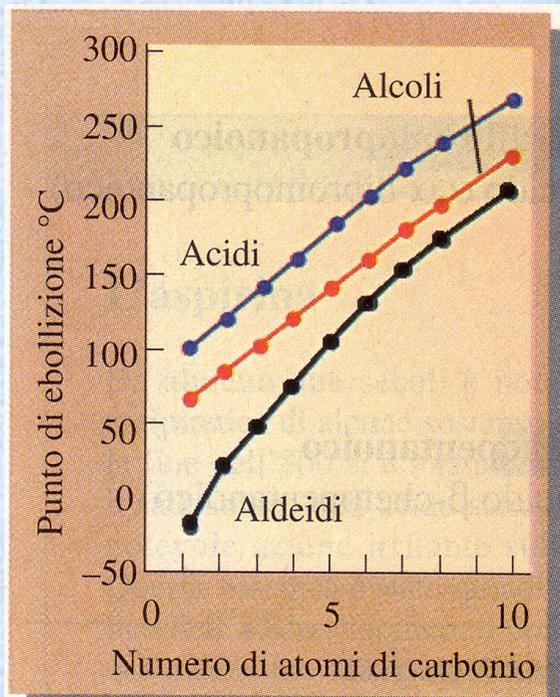
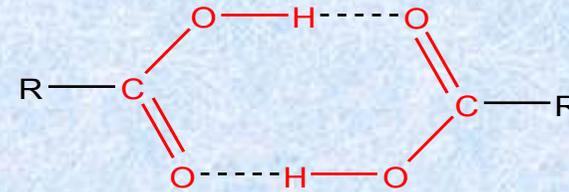


# Acidi Carbossilici e loro derivati

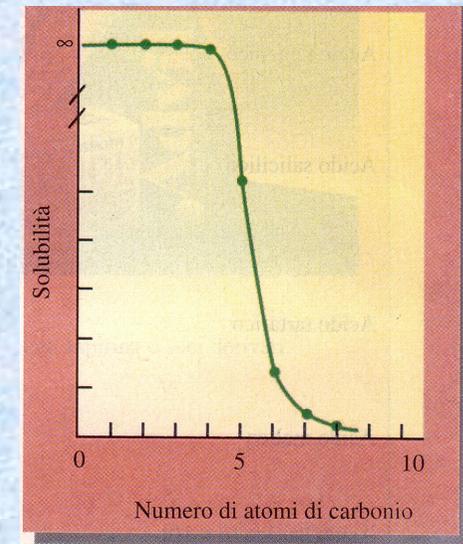
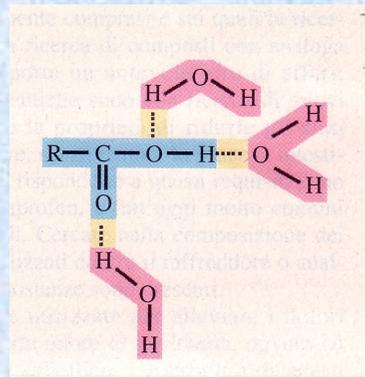
Il gruppo funzionale degli acidi carbossilici è il  $-\text{COOH}$   
una contrazione delle parole *carbonile* ed *ossidrile*



Il gruppo carbonilico ha due differenti modi di formare legami idrogeno dando dei dimeri e possono dare addirittura tre legami idrogeno con molecole di acqua



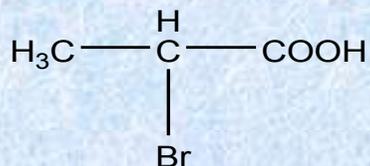
Aumentando il numero di atomi di carbonio si ha però una drastica diminuzione della solubilità



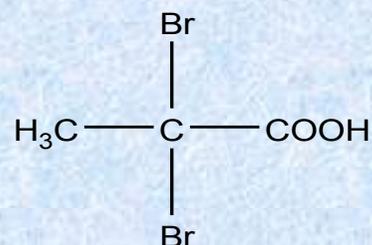
## Nomenclatura degli acidi carbossilici

La priorità è data al gruppo carbossilico  $-\text{COOH}$  ed al carbonio carbossilico, in ogni schema di numerazione, è assegnata la posizione 1.

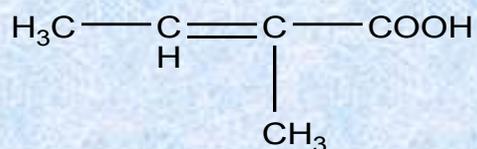
La *i* finale degli acani, alcheni e alchini è sostituita dalla desinenza *-oico*, preceduta dal termine **acido**; gli altri sostituenti della catena sono chiamati e numerati come detto in precedenza.



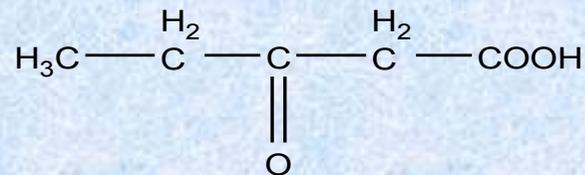
Acido 2-Bromo propanoico



Acido 2-2-dibromo propanoico

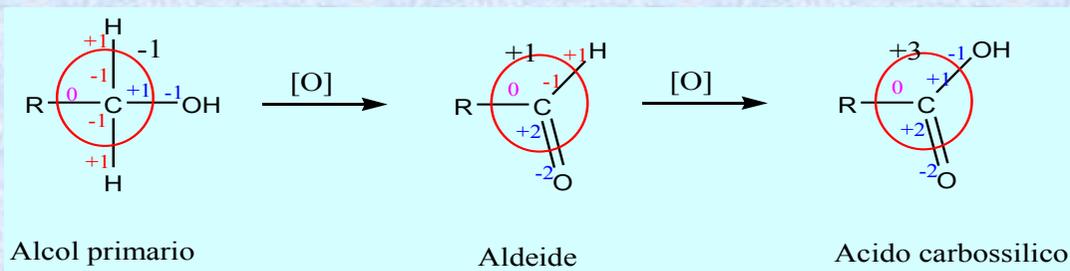


Acido 2-metil 2-butenico



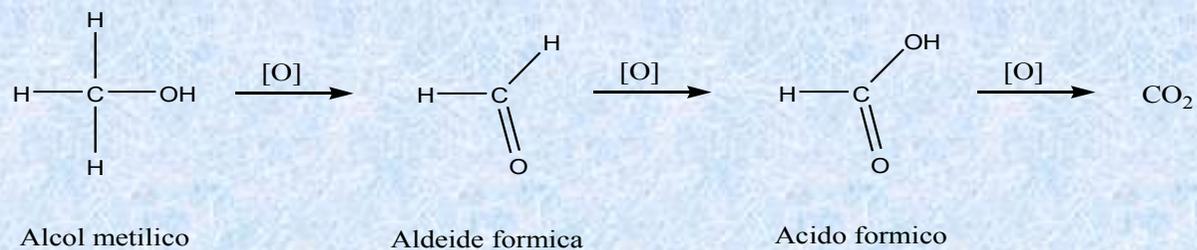
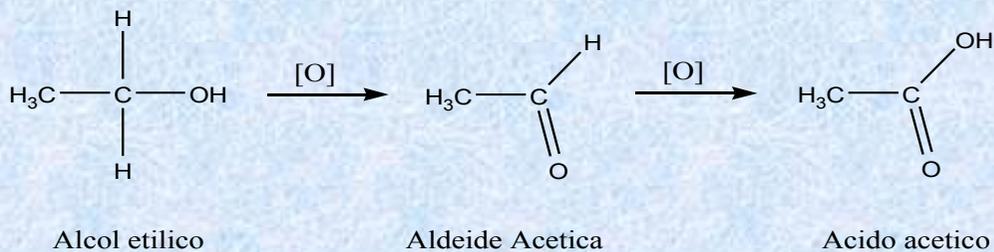
Acido 3-oxo pentanoico

## Preparazione degli acidi carbossilici mediante ossidazione



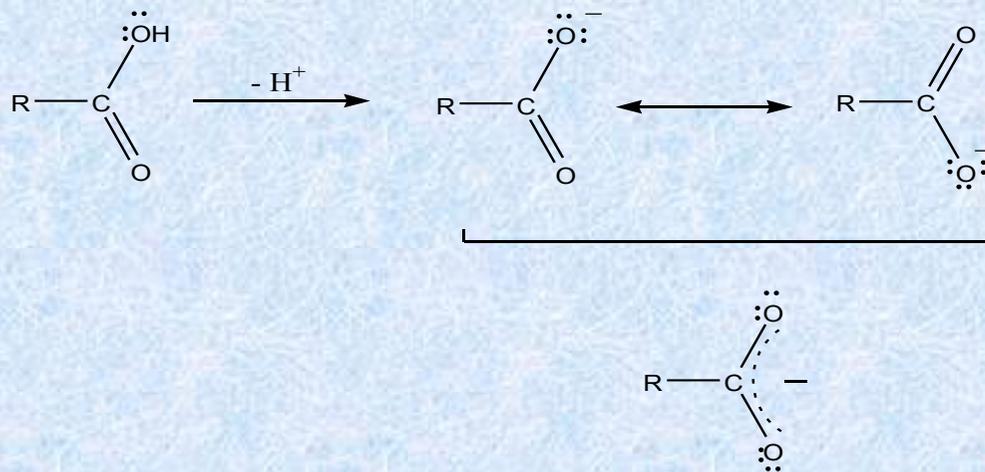
[O] è un agente ossidante:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  o  $\text{CrO}_3$

### Esempio: Acidificazione del vino



## Reazioni degli Acidi carbossilici

Come dice il nome di questi composti sono degli acidi, quindi perdono facilmente un protone e formano anioni stabilizzati; nel caso degli anioni carbossilati gioca un ruolo importante la risonanza presente in tali ioni.



Come acidi sono comunque più deboli dell' HCl o HNO<sub>3</sub> o dell' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

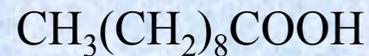
# Acidi Grassi

Gli acidi grassi hanno tipicamente catene contenenti da 10 a 24 atomi di carbonio e si dividono in acidi grassi saturi e insaturi.

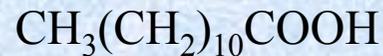
Gli acidi grassi hanno un gruppo di testa polare  $-\text{COOH}$  ma il grosso gruppo alchilico li rende insolubili in acqua.

## Acidi grassi saturi

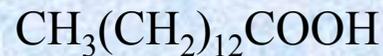
Acido caprinico



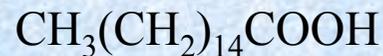
Acido laurico



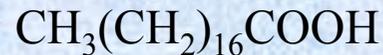
Acido miristico



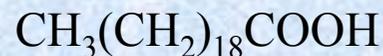
Acido palmitico



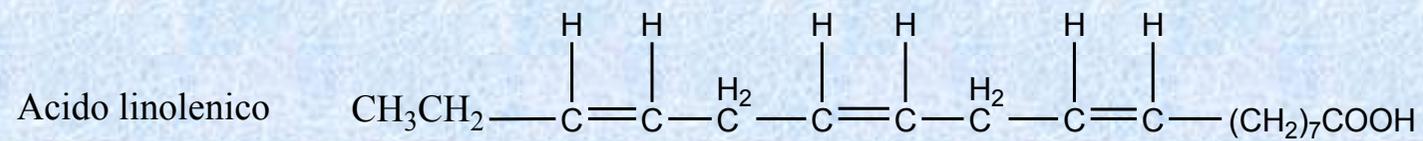
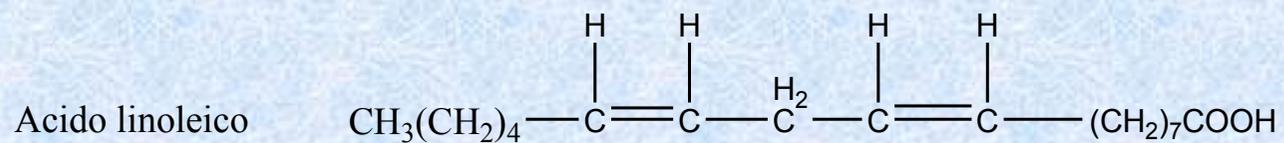
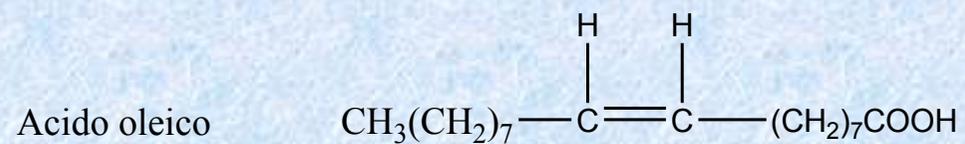
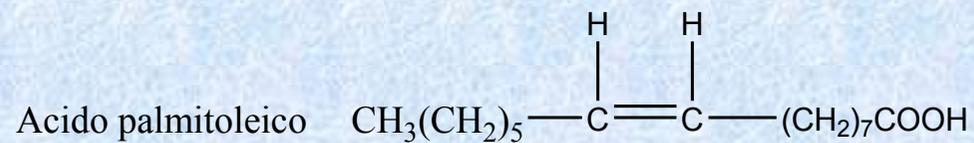
Acido stearico



Acido arachidonico

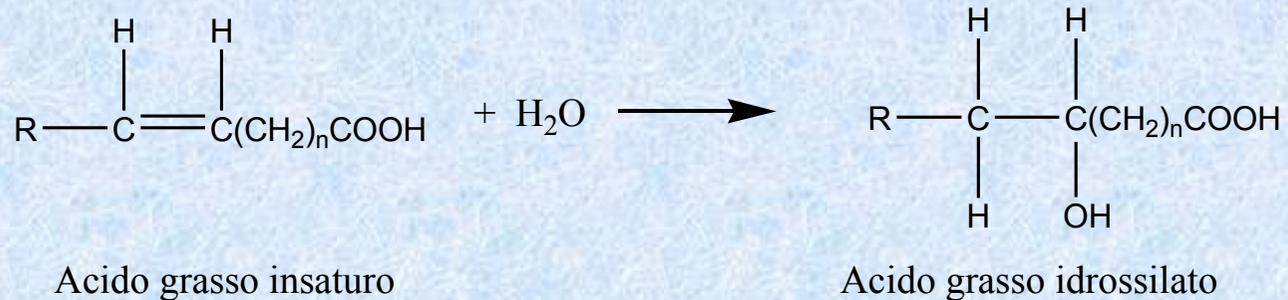


## acidi grassi insaturi

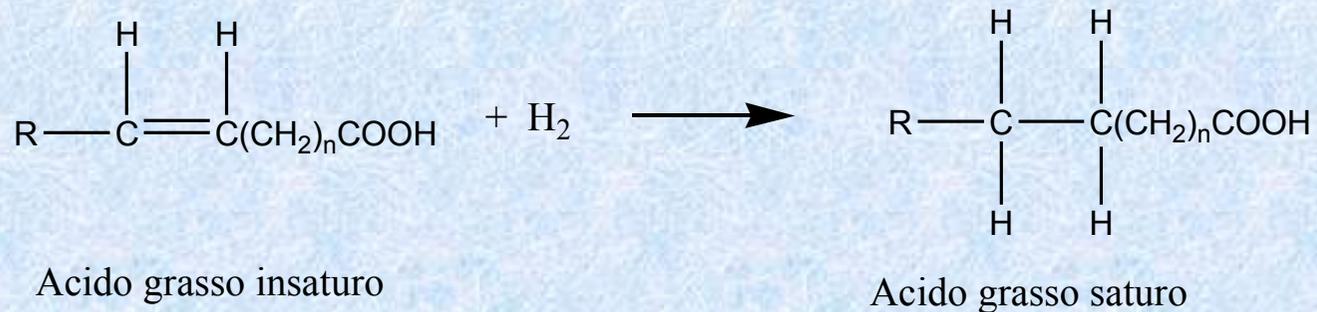


## Reazioni degli acidi grassi insaturi

**Idratazione:** L'idratazione introduce un gruppo ossidrilico nella catena, ciò è importante nelle reazioni metaboliche nelle quali gli acidi grassi vengono demoliti per la produzione di energia



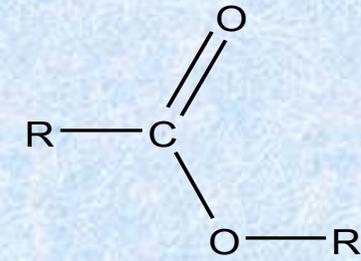
**Idrogenazione:** converte l'acido grasso insaturo in acido grasso saturo l'idrogenazione converte gli oli vegetali in grassi solidi (margarine)



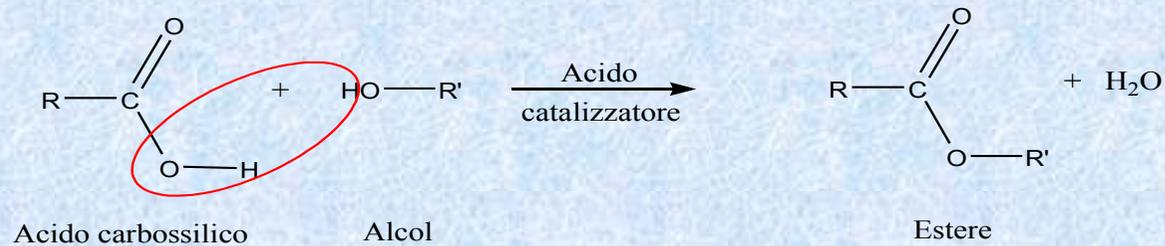
# ESTERI

Gli esteri sono tra i più comuni derivati degli acidi organici.

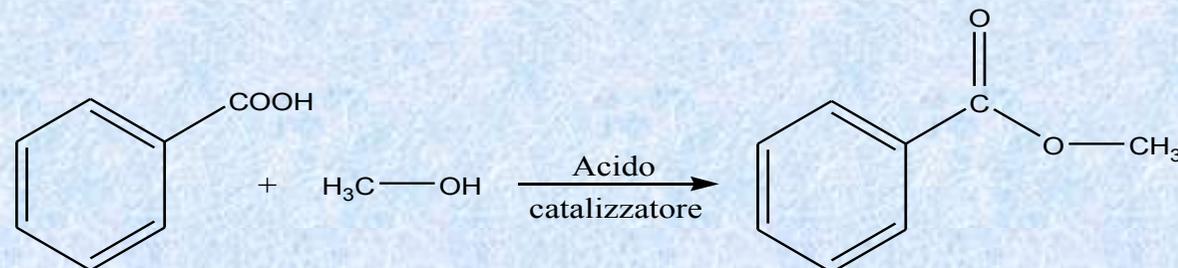
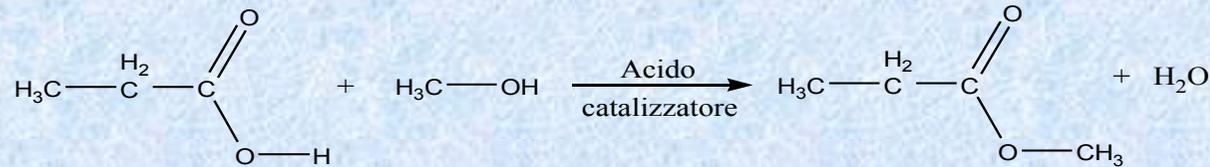
Un estere ha la seguente formula di struttura:



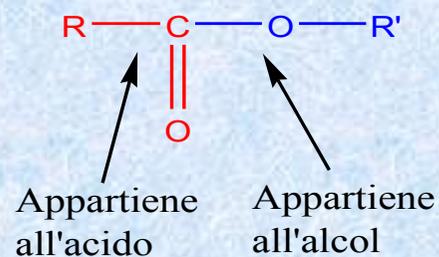
Gli esteri vengono sintetizzati facendo reagire un alcol con un acido carbossilico



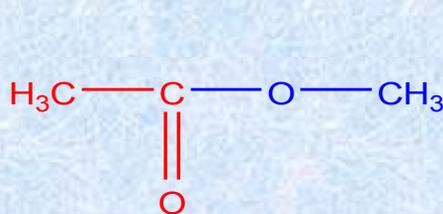
Esempi



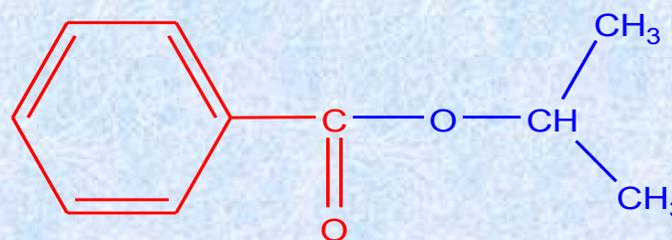
## Nomenclatura degli esteri



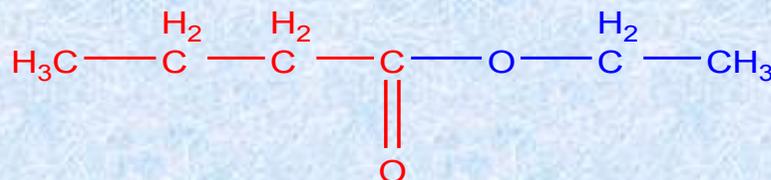
I nomi si formano con il nome del gruppo alchilico dell'alcol (metil, etil ecc...) seguito dal nome dell'acido al quale alla desinenza *-ico* viene sostituita con *-oato*



Metil etanoato  
o metilacetato



Isopropil benzoato

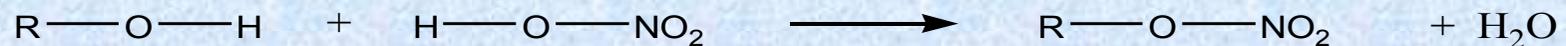


Etil butanato

**Gli esteri a basso peso molecolare hanno odore gradevole, fruttato; gli altri invece sono inodori.**

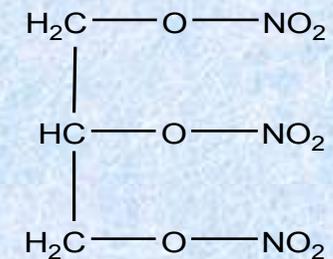
**Esteri naturali di elevato peso molecolare sono i grassi e le cere. Le quali sono formate da grassi superiori e da alcoli monovalenti a catena lunga.**

### **Esteri inorganici**

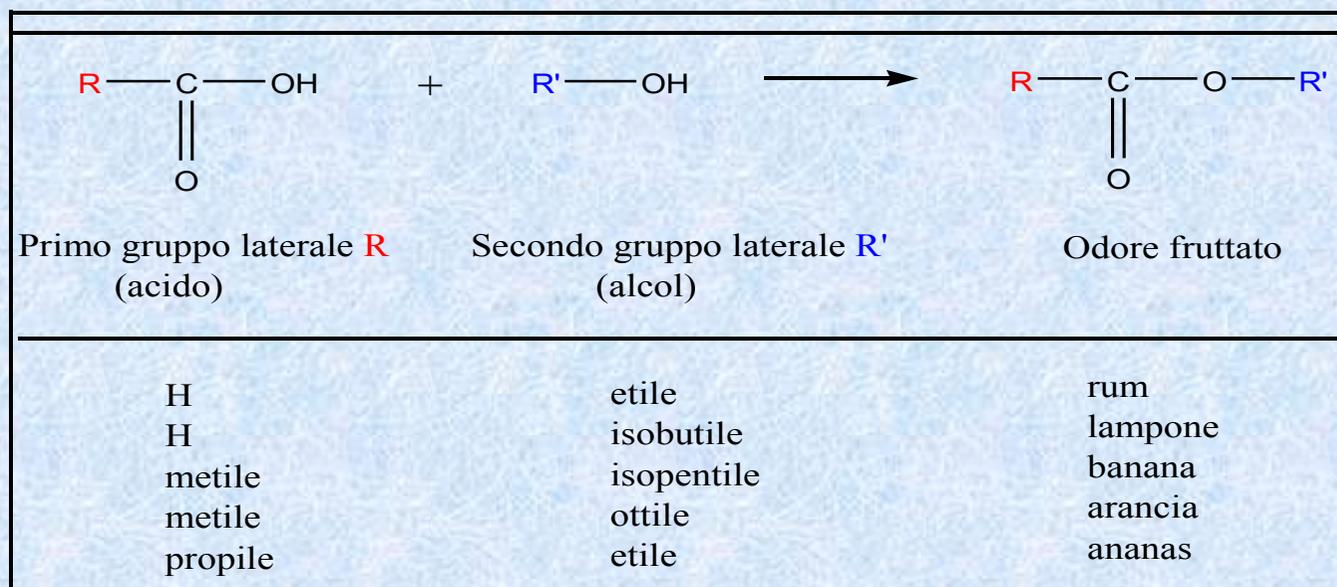


I fosfati e gli esteri fosfati sono utilizzati come detergenti, mentre gli esteri dei nitrati sono esplosivi

Nitroglicerina



Gli esteri della frutta sono gli esteri più piccoli, in cui sia **l'acido** che **l'alcol** hanno una catena di meno di 10 atomi



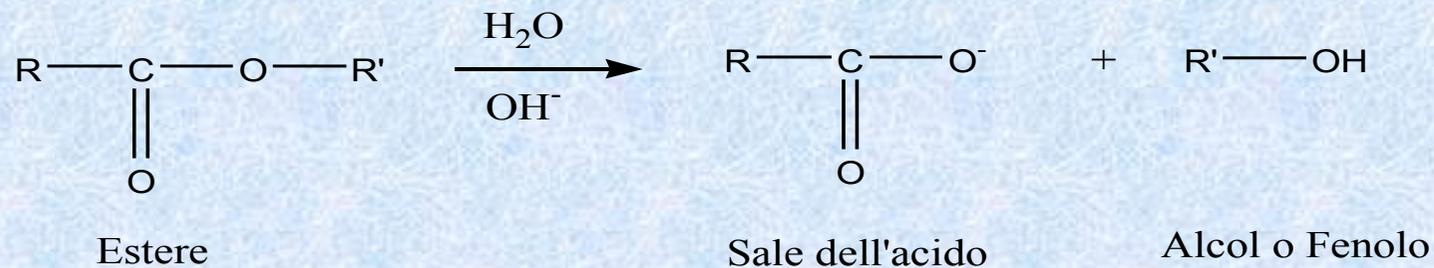
Le **cere** hanno catene di carbonio, sia nell'acido che nell'alcol, più lunghe di 10 atomi (a volte più di 30): a volte sono di pari lunghezza. Alcuni classificano le cere nel gruppo dei lipidi semplici, insieme agli oli naturali e ai grassi.

$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_{16}\text{H}_{33}$  palmitato di cetile (nel bianco di balena)

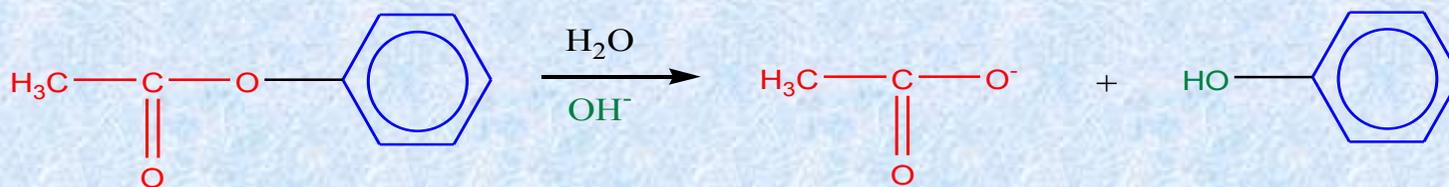
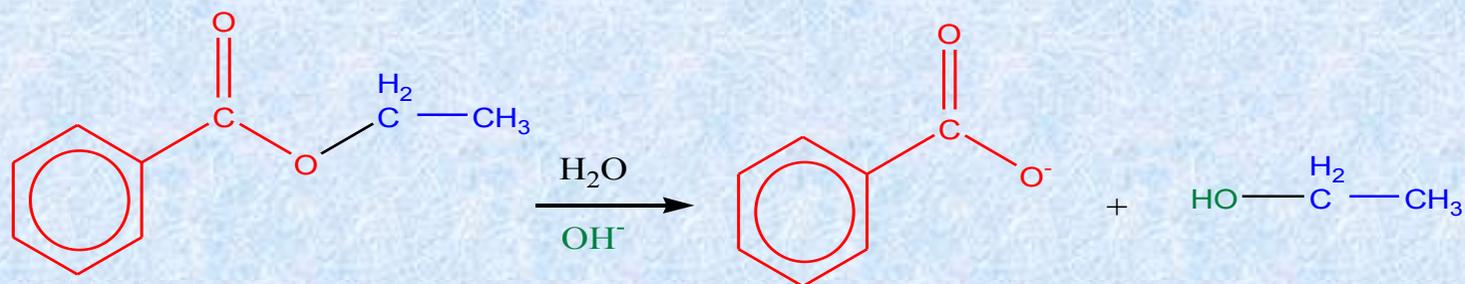
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_{31}\text{H}_{63}$  palmitato di miricile (cera d'api)

# Reazioni degli esteri

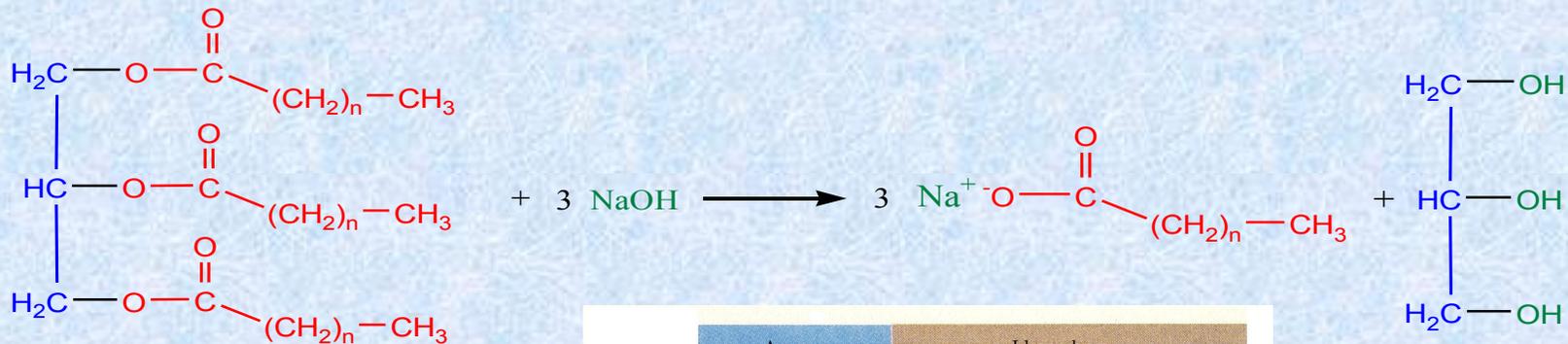
Idrolisi basica (saponificazione) di un estere



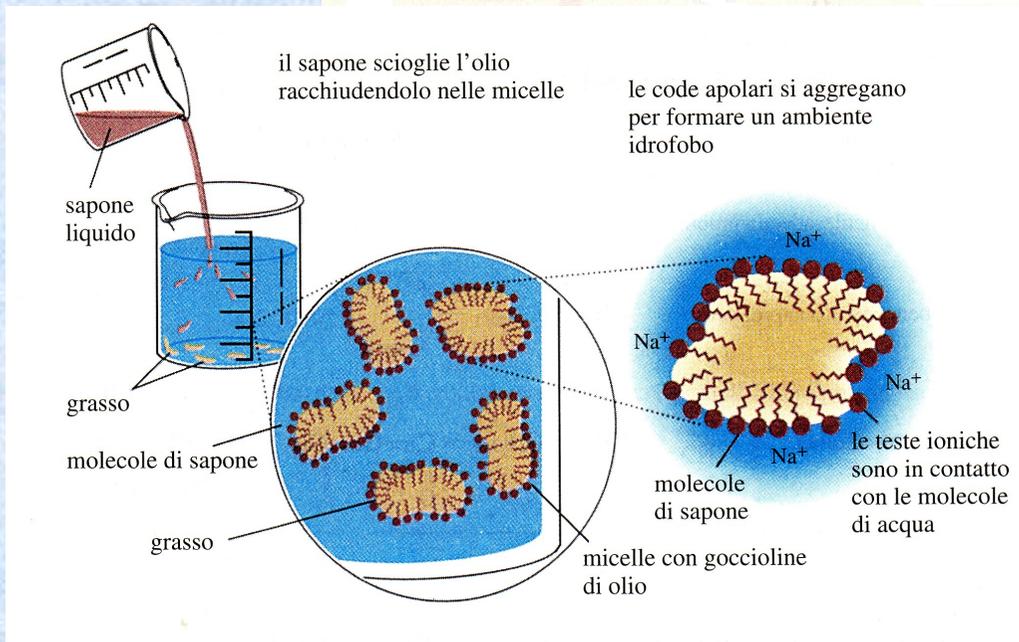
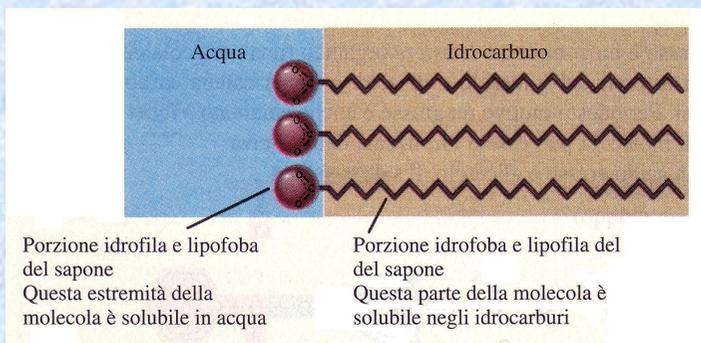
Esempi:



# Saponificazione

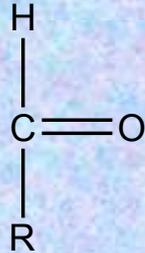


## Meccanismo di funzionamento dei saponi

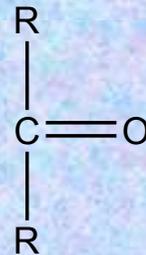


# I carboidrati

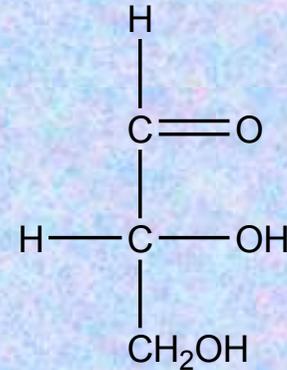
I carboidrati sono dei poliidrossi aldeidi o dei poliidrossi chetoni ed i loro derivati



Aldeide

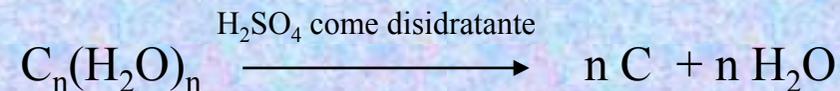


Chetone



Diidrossi aldeide  
(un carboidrato)

Il nome carboidrati deriva dalle osservazioni iniziali che alcuni membri di questa classe di composti hanno una formula bruta che può essere rappresentata come  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$



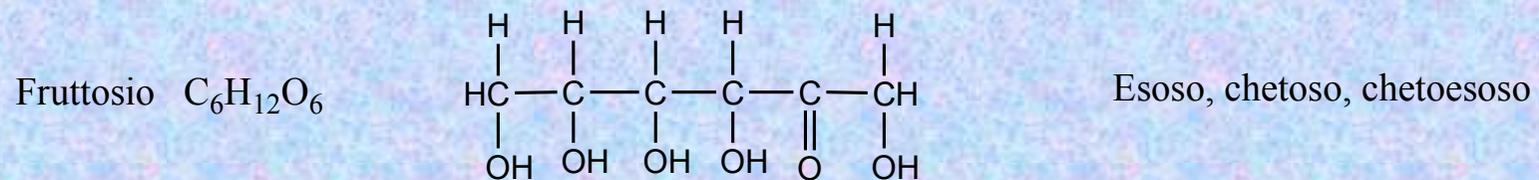
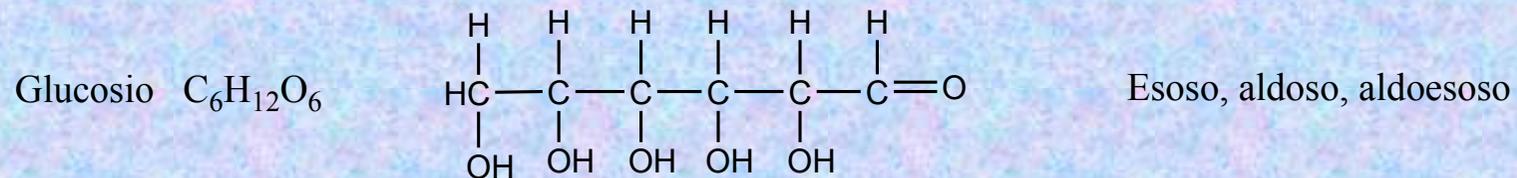
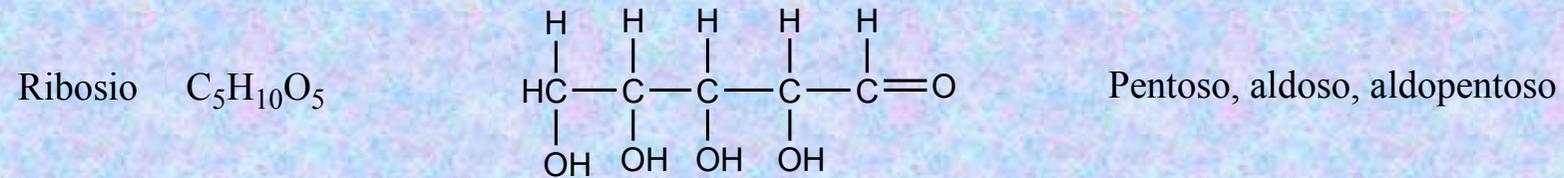
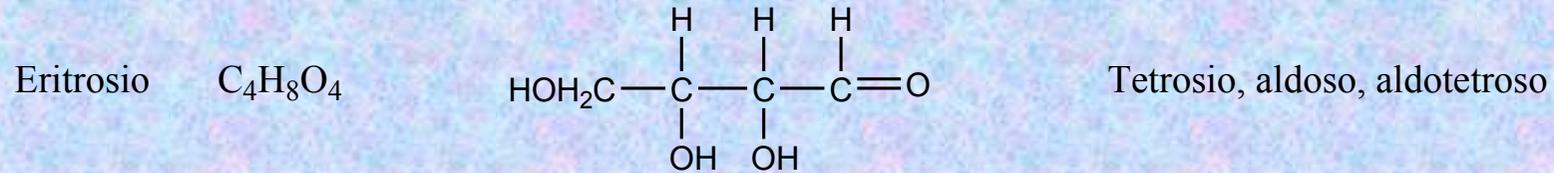
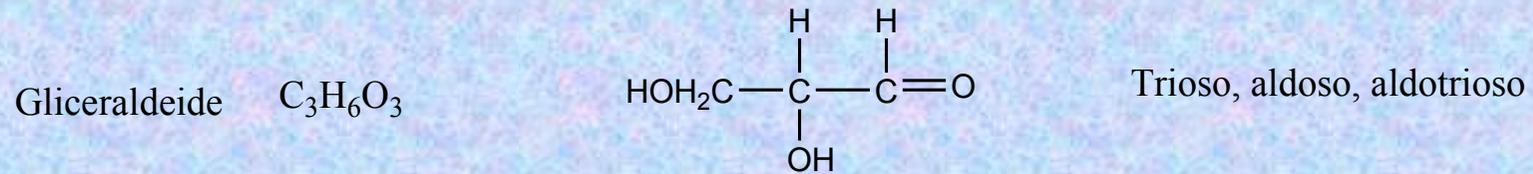
Le unità fondamentali sono dette **saccaridi** (zucchero).

Si hanno:

i **monosaccaridi**: unità strutturali di base che costituiscono i carboidrati più semplici.

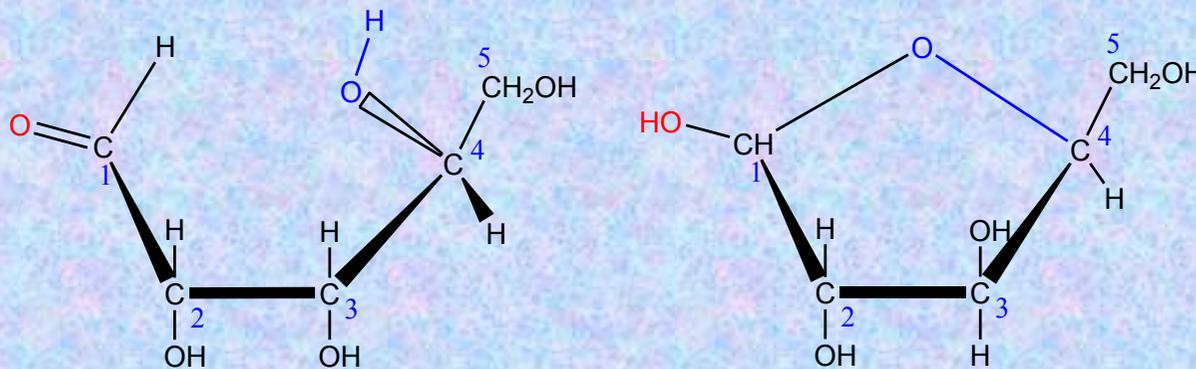
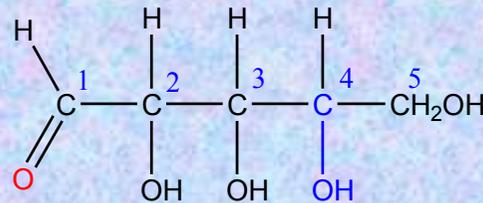
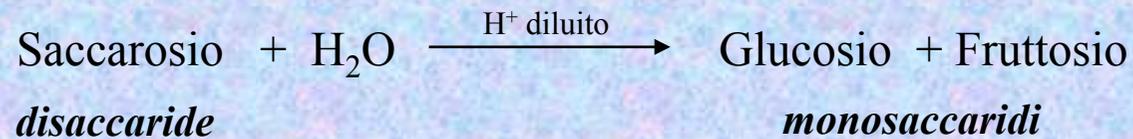
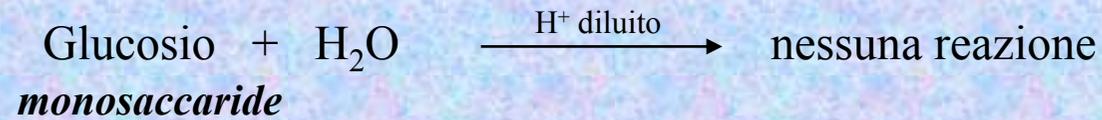
**oligosaccaridi**: sono carboidrati che contengono due o più monosaccaridi (*polisaccaridi*)

Il nome di numerosi carboidrati contiene il suffisso **-osio** o **-oso**



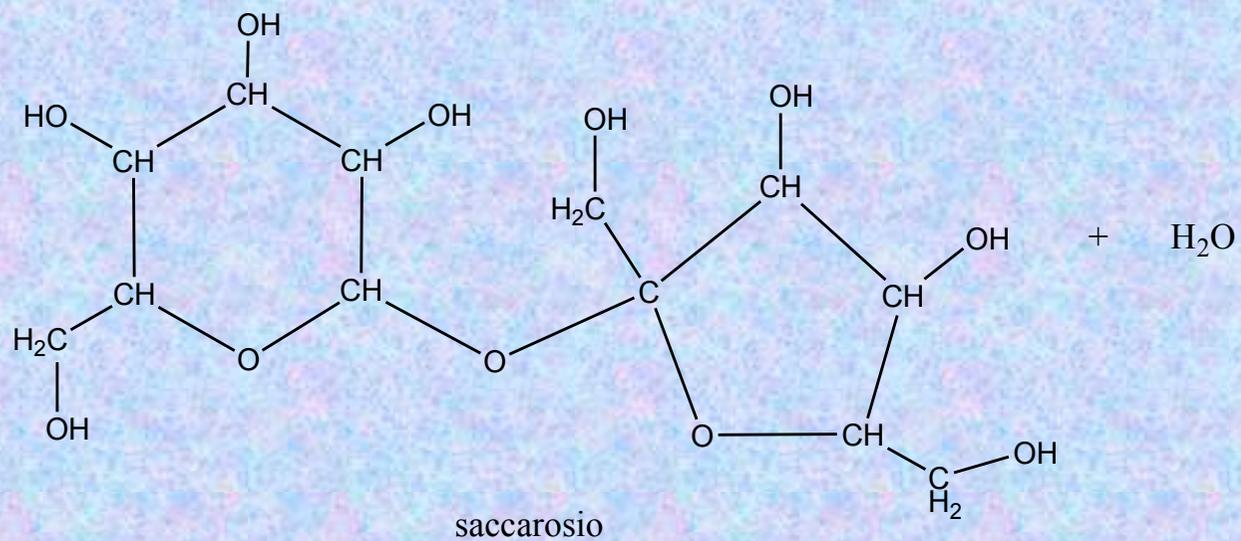
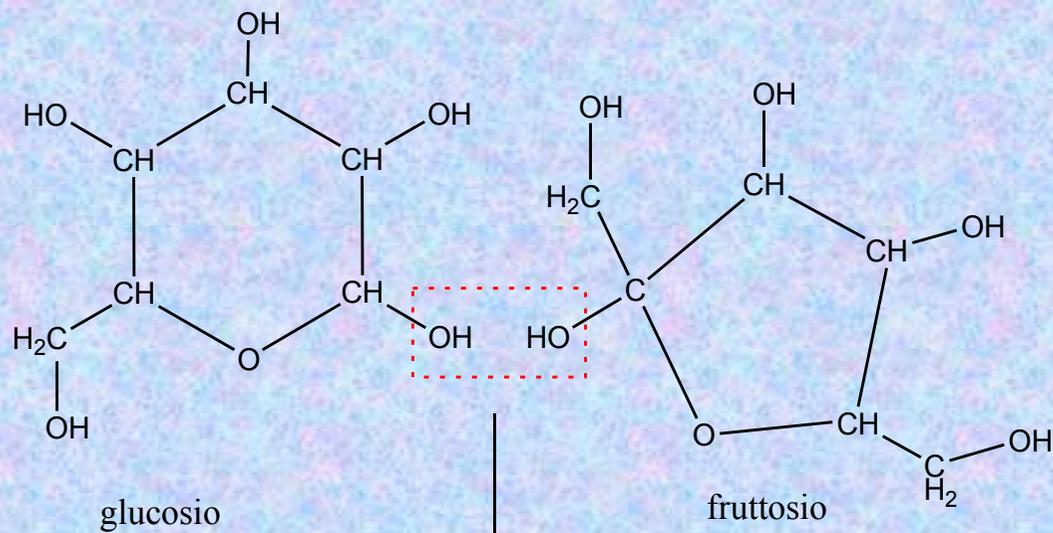
## Reazioni di idrolisi

L' idrolisi degli oligosaccaridi o dei polisaccaridi porta alla formazione di monosaccaridi

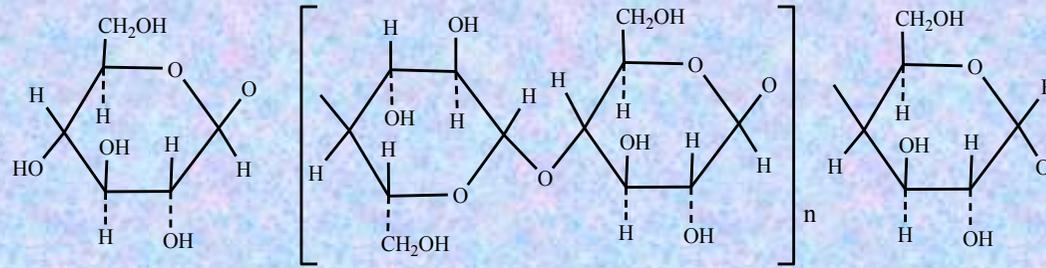


ribosio

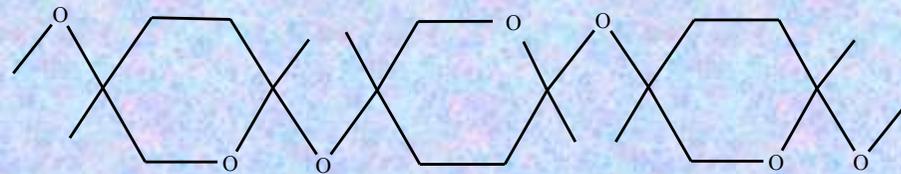




# Cellulosa

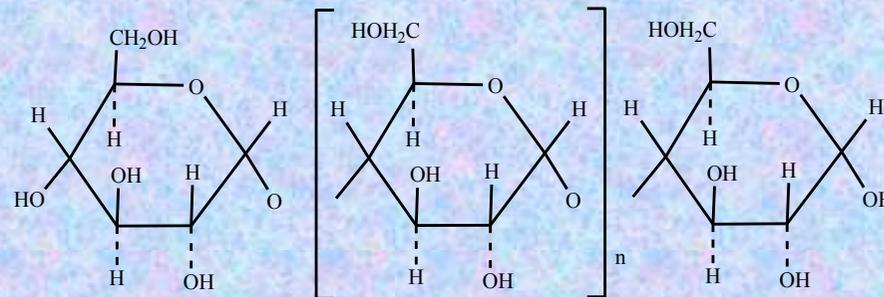


cellulosa

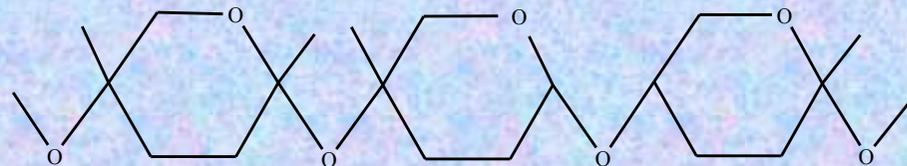


(I)

# Amido



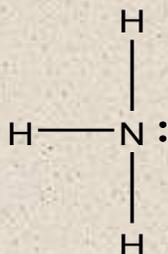
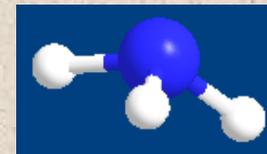
amido



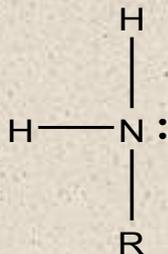
(II)

# AMMINE ed AMMIDI

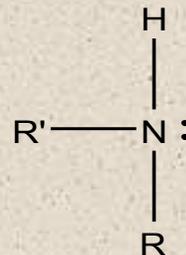
Le ammine e le ammidi sono composti organici in cui è presente **azoto** le ammine in particolare sono dei derivati organici dell'ammoniaca **NH<sub>3</sub>**



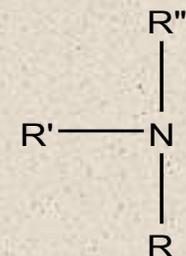
Ammoniaca



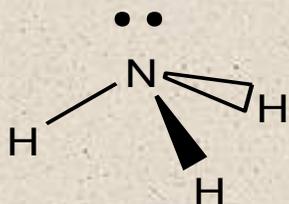
Ammina  
primaria



Ammina  
secondaria



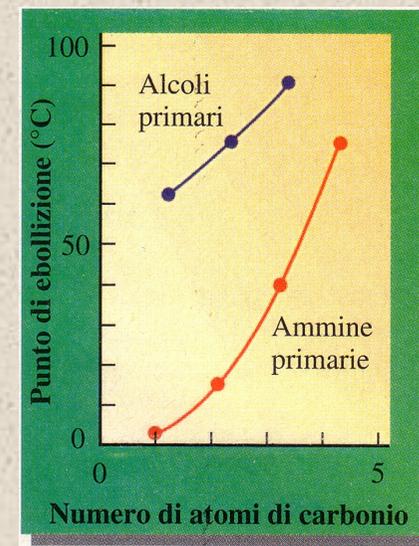
Ammina  
terziaria



Il doppietto elettronico sull'azoto impartisce all'ammoniaca e alle ammine derivate il comportamento di **BASE di Lewis**.

L'azoto è più elettronegativo del carbonio quindi c'è una certa **polarità nel legame C-N** anche se minore di quella presente nel legame C-O.

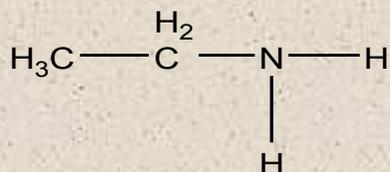
La minore elettronegatività dell'azoto rispetto all'ossigeno fa sì che **il legame idrogeno** che si ha nelle ammine sia molto **più debole** di quello presente negli alcoli e negli acidi.



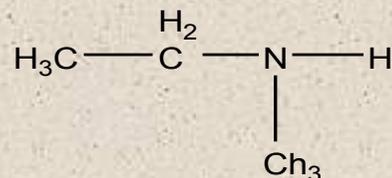
## Nomenclatura

Le ammine vengono identificate in base al nome del gruppo alchilico sull'atomo di azoto seguito dal suffisso **-ammina**

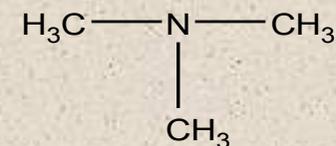
Esempi:



Etil-ammina

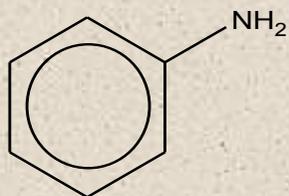


Etil metil-ammina

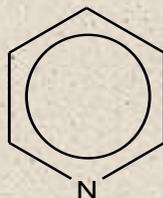


trimetil-ammina

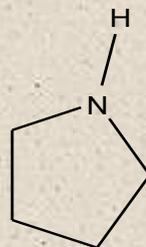
L'atomo di azoto può trovarsi in un idrocarburo ciclico e in questo caso la nomenclatura è particolare:



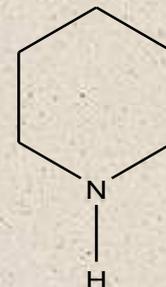
Anilina



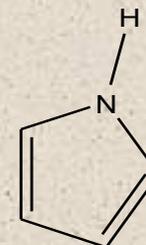
Piridina



Pirrolidina

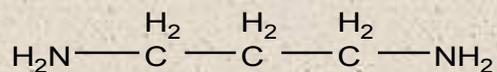


Piperidina

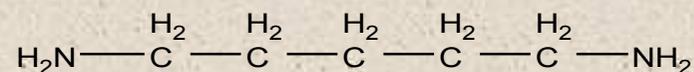


Pirrolo

Le ammine possiedono il caratteristico odore di pesce alcune volte molto sgradevole



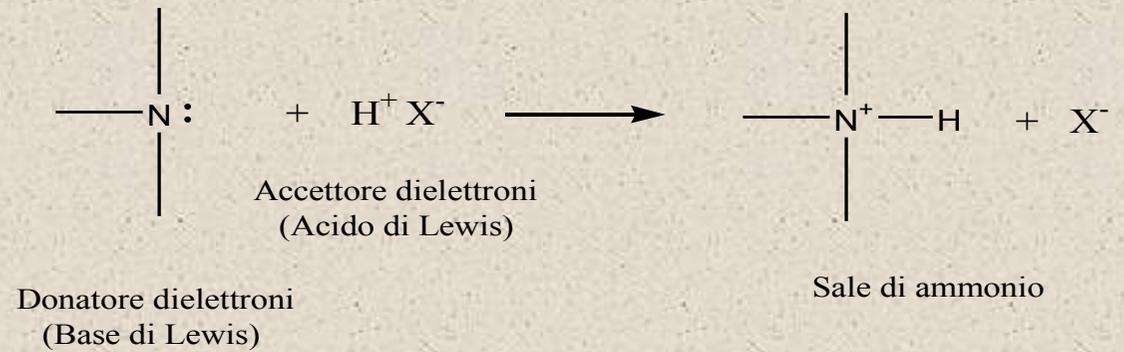
Putrescina



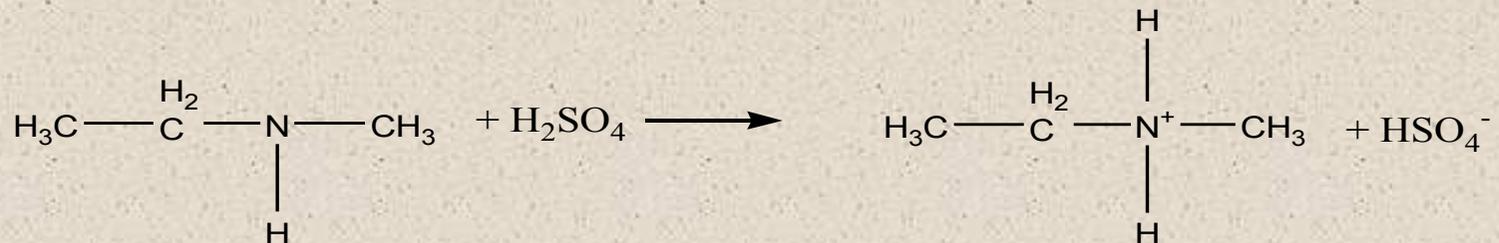
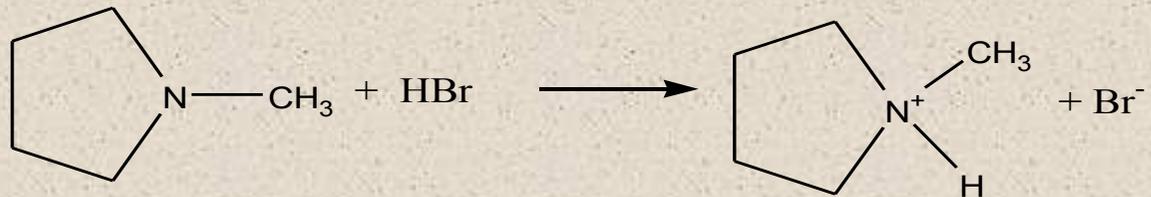
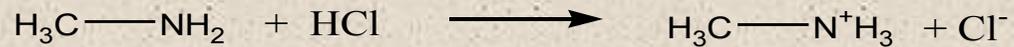
Cadaverina

## Reazione delle ammine

Gia detto del loro comportamento  
come basi di Lewis

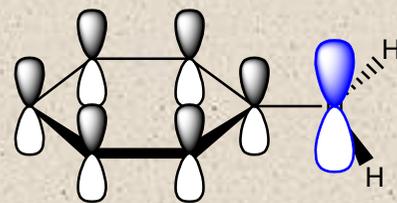


Esempi:

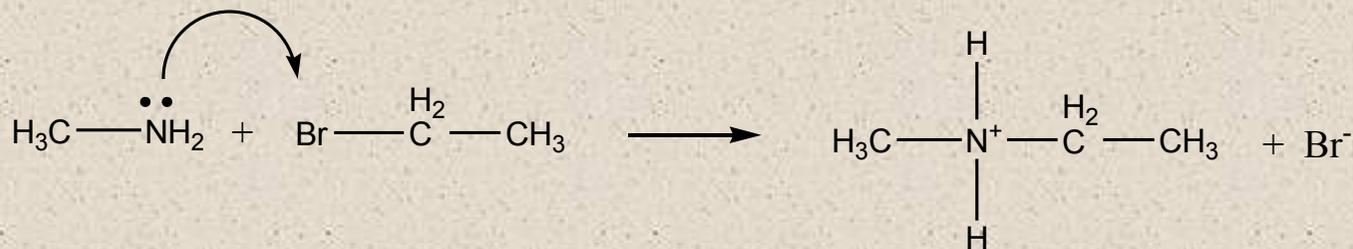
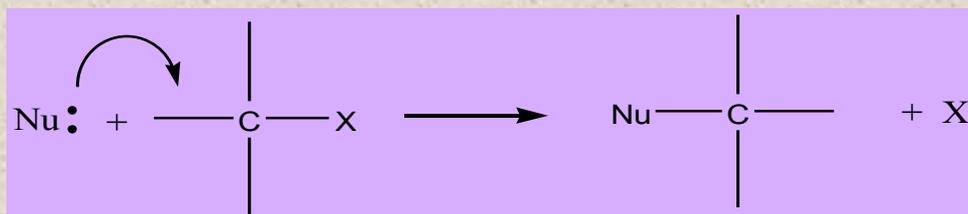
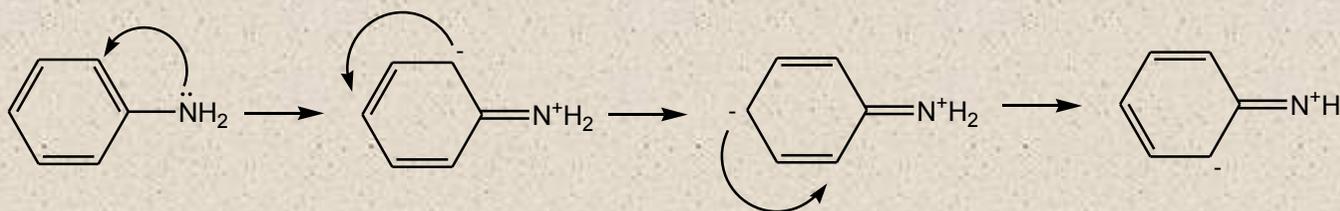


## Reazioni nucleofile

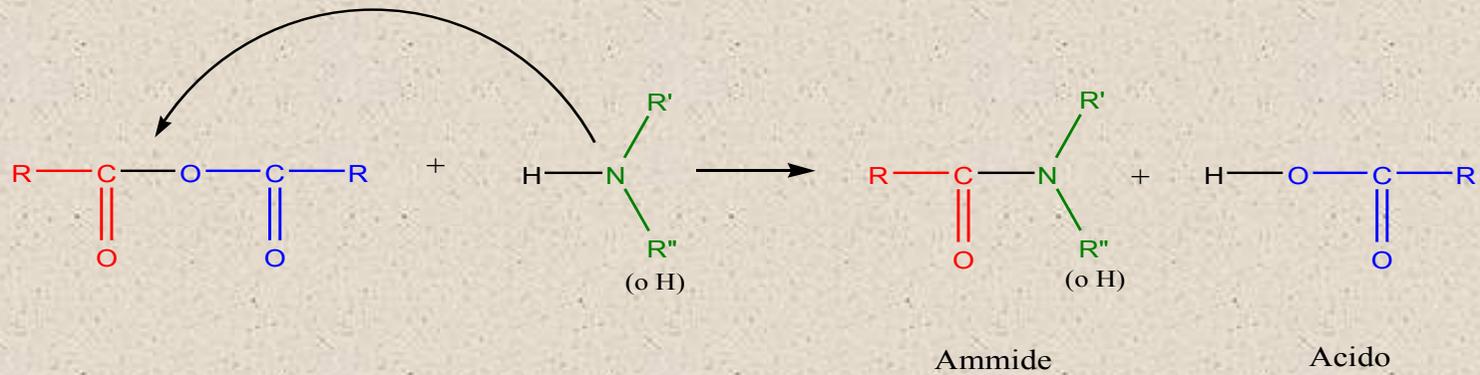
Alcune delle più importanti proprietà chimiche delle ammine si basano sulla loro capacità di agire come nucleofili.



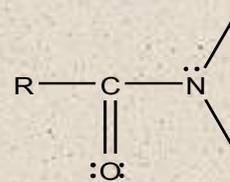
Anilina



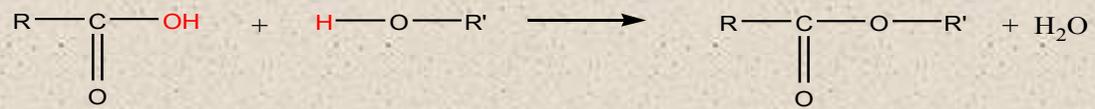
## Reazione di un'ammina con una anidride organica



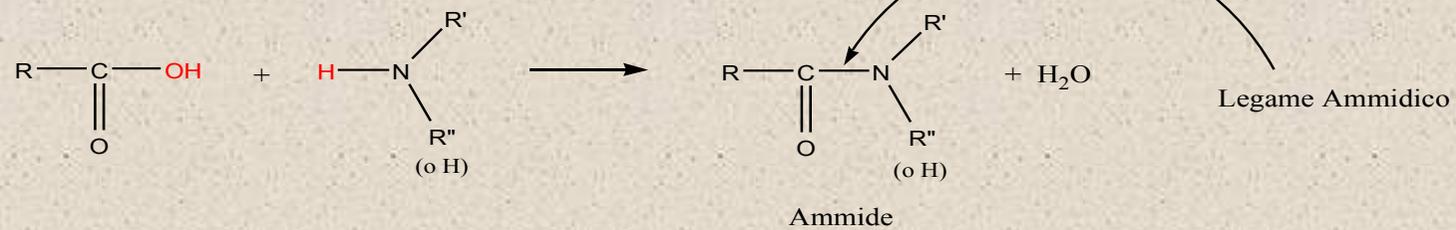
## Ammidi



## Reazione di formazione:

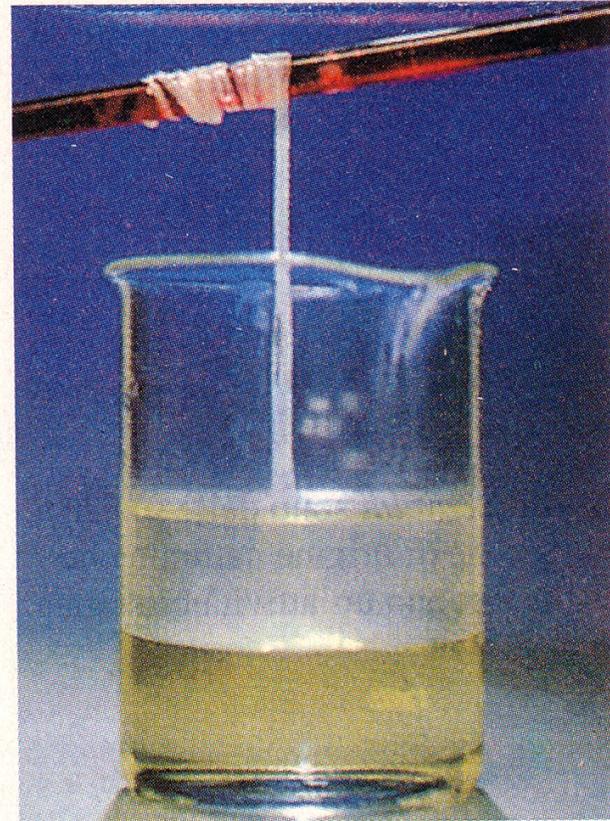


Estere





## Preparazione in laboratorio del Nylon



Il nylon si forma all'interfaccia di reazione tra il 1,6-diamminoesano (nello strato acquoso inferiore) ed un derivato dell'acido adipico (nello strato superiore di esano). Il nylon può essere estratto ed arrotolato ruotando una bacchetta.

# Gli Amminoacidi

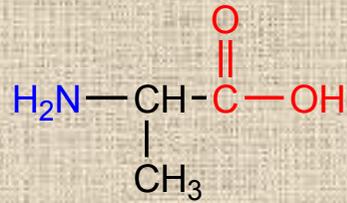
Come dice la parola stessa sono composti organici in cui sono presenti nello stesso composto sia il gruppo funzionale amminico ( $-\text{NH}_2$ ) che quello acido ( $-\text{COOH}$ )

L' unione di diversi amminoacidi dà luogo alla formazione delle **PROTEINE** e le proteine sono i mattoni cellulari (più del 50% della massa secca delle cellule e costituita da proteine.

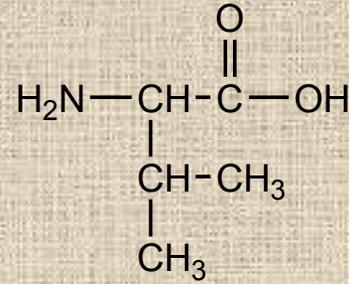
Le proteine svolgono un'ampia varietà di funzioni:

- Gli **enzimi** sono catalizzatori di specifiche reazioni chimiche
- L'**emoglobina** è addetta al trasporto dell'ossigeno e dell'anidride carbonica
- Sono anche coinvolte nel movimento di sostanze nelle membrane.
- Esercitano ruoli protettivi come gli anticorpi che si legano a corpi estranei compresi i virus e i batteri e il complesso anticorpo-corpo estraneo può essere facilmente distrutto (proteine sacrificali).
- Alcune proteine sono contrattili e costituiscono le fasce muscolari.

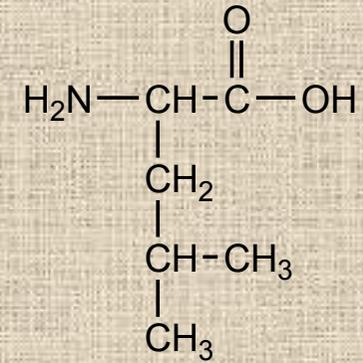
## I 20 amminoacidi più diffusi



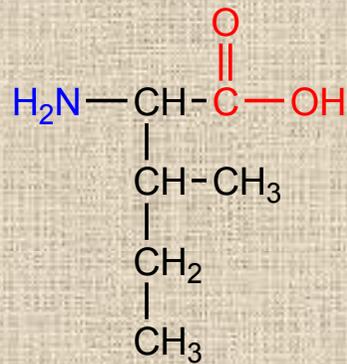
Alanina Ala o A



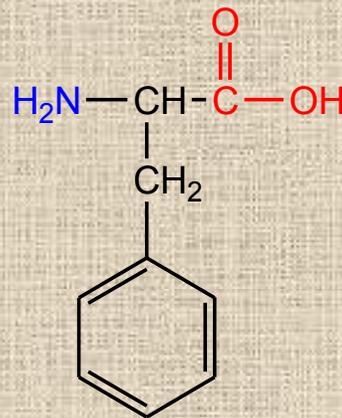
Valina Val o V



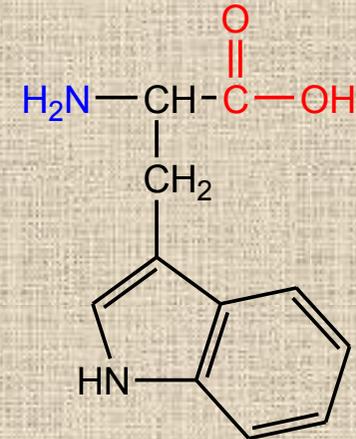
Leucina Leu o L



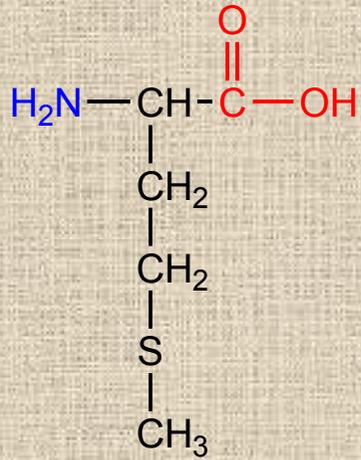
Isoleucina Ile o I



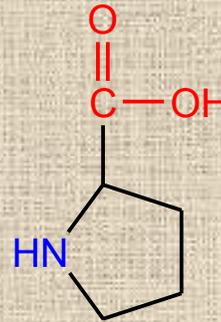
Fenilalanina Phe o P



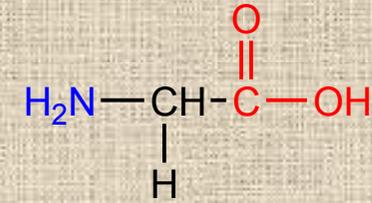
Triptofano Trp o W



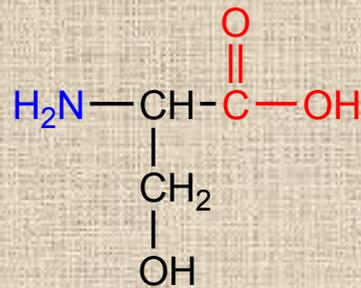
Metiolina Met o M



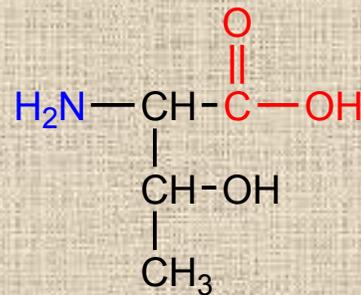
Prolina Pro o P



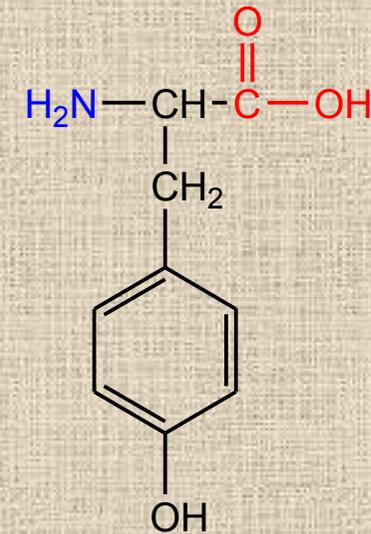
Glicina Gly o G



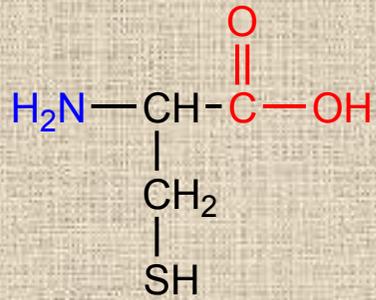
Serina Ser o S



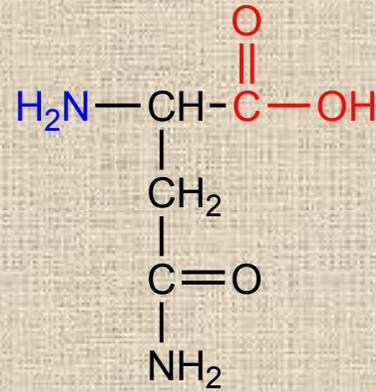
Treonina Thr o T



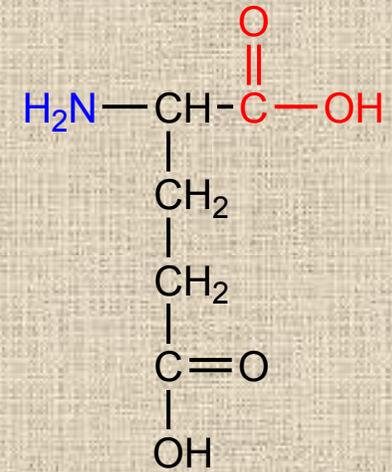
Tirosina Tyr o Y



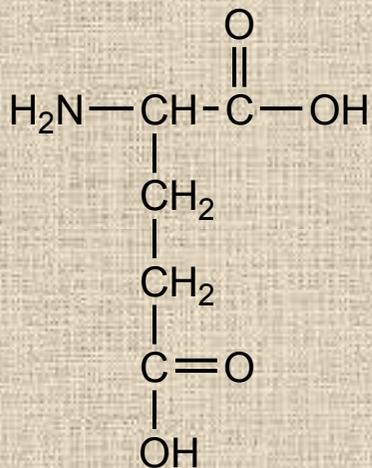
Cisteina Cys o C



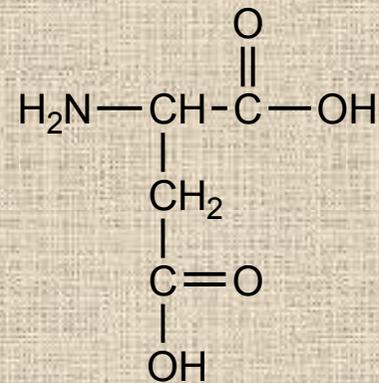
Asparagina Asn o N



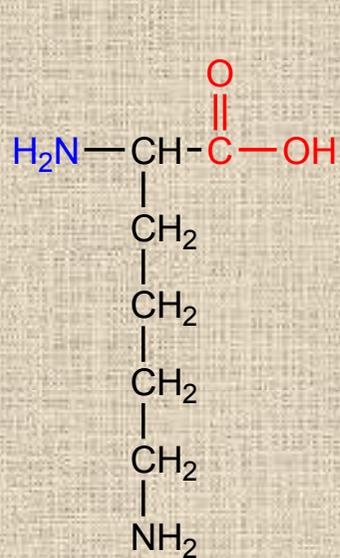
Glutamina Glu o Q



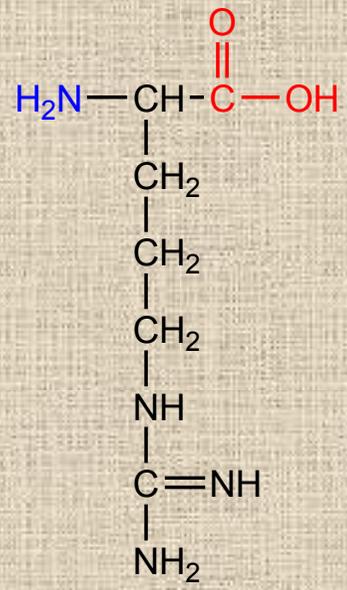
Acido Glutammico Glu o E



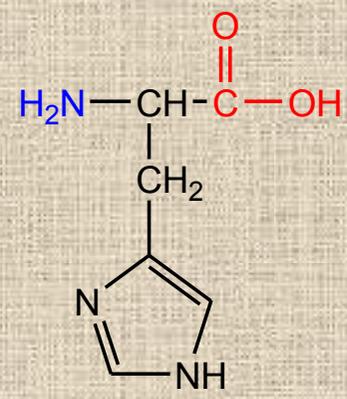
Acido Aspartico Asp o D



Lisina Lys o K



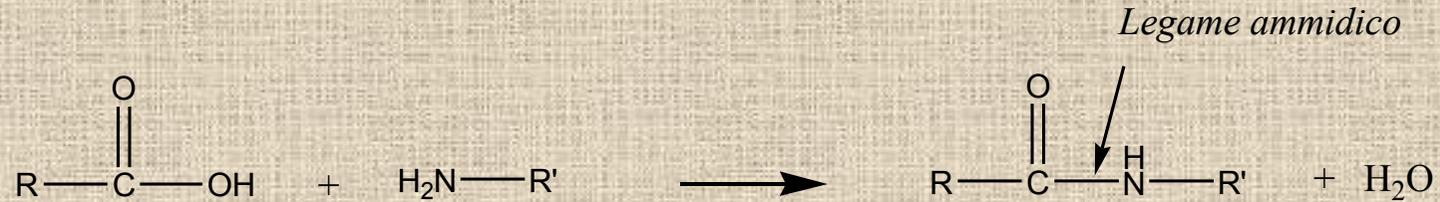
Arginina Arg o R



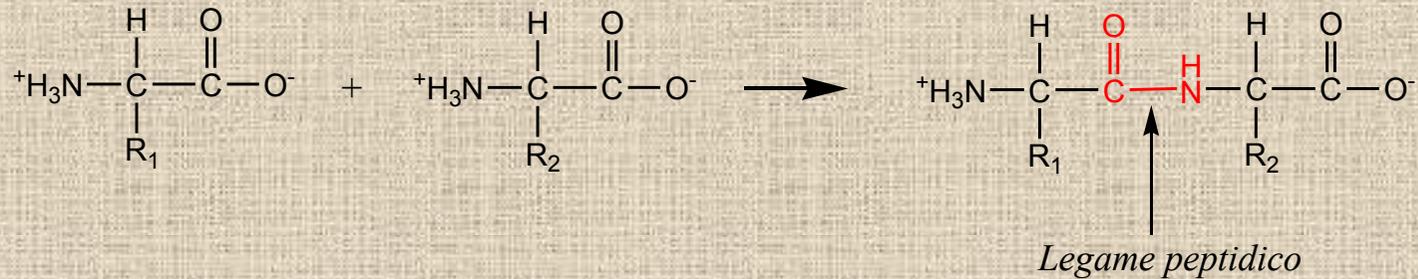
Istidina His o H

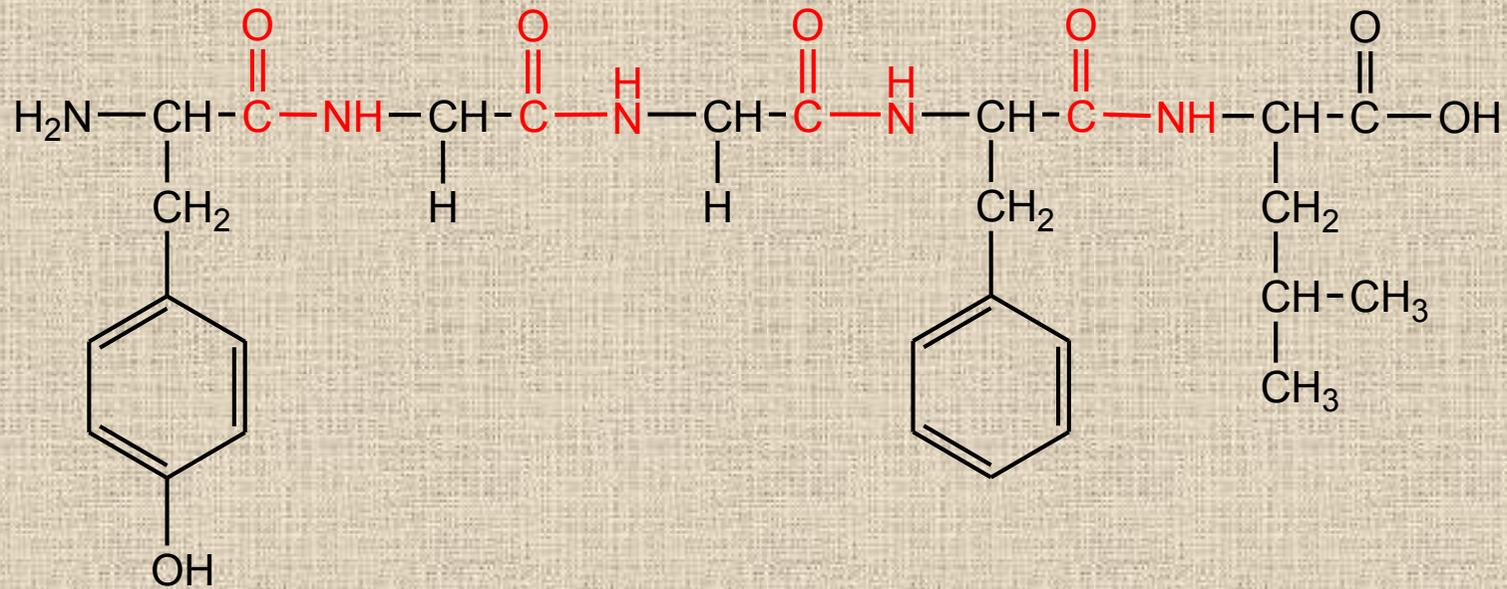
# Il legame peptidico

Il legami peptidici uniscono assieme gli amminoacidi per formare i peptidi e le proteine



Quando questo legame coinvolge amminoacidi si chiama legame peptidico





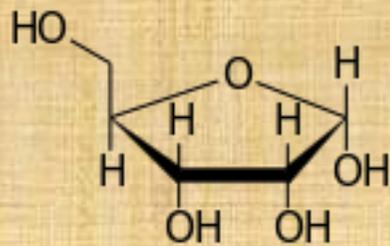
Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu  
Leu-encefalina

## Acidi nucleici

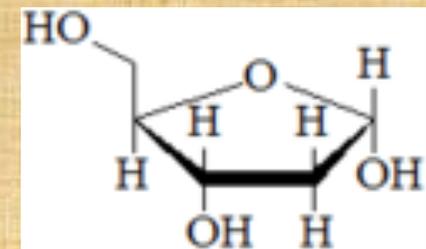
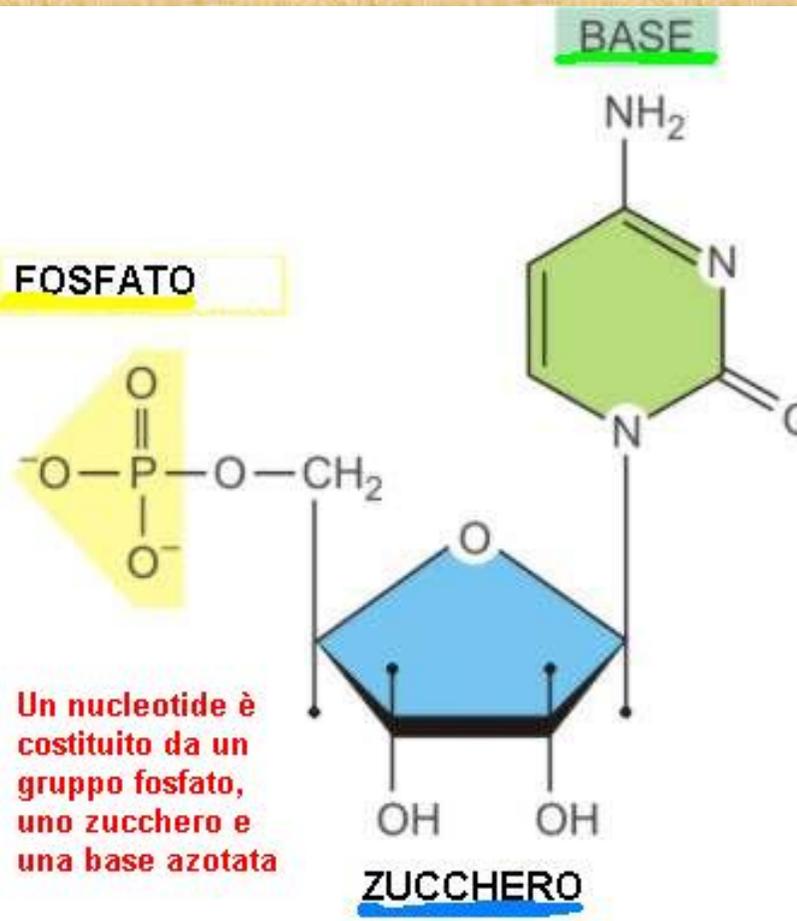
### Acido Desossiribonucleico DNA e l'Acido ribonucleico RNA

Sono polimeri i cui monomeri sono i **nucleotidi**. Ciascun nucleotide è formato da tre componenti: un gruppo fosfato, uno zucchero pentoso e una base azotata.

Nell'RNA lo zucchero è il ribosio, mentre nel DNA è il desossiribosio che, rispetto al ribosio, ha un atomo di ossigeno in meno.

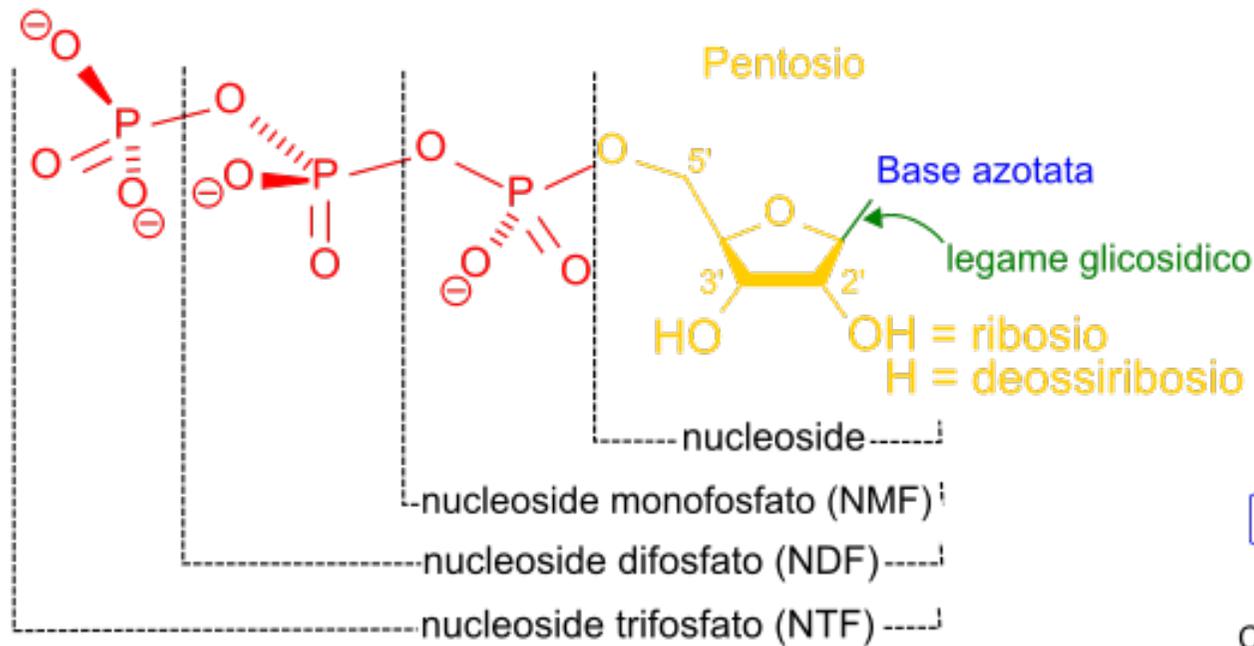


Ribosio

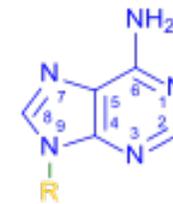


Desossiribosio

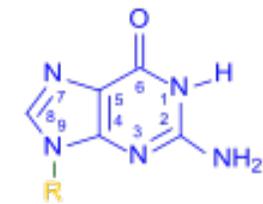
# Nucleotidi



## Basi puriniche

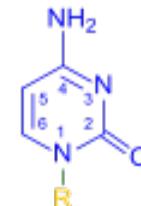


Adenina

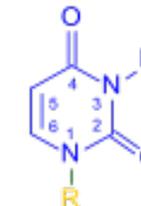


Guanina

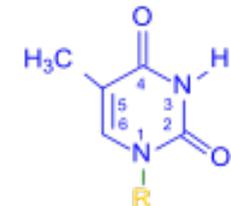
## Basi pirimidiniche



Citosina



Uracile

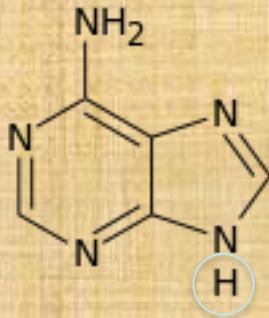


Timina

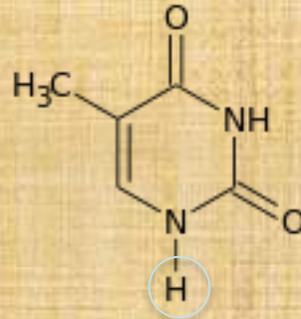
Nel polimero si innestano alcuni amminoacidi semplici.

Nel DNA sono **adenina** (A), **timina** (T), **guanina** (G) e **citosa** (C); nell'RNA al posto della timina c'è l'**uracile** (U).

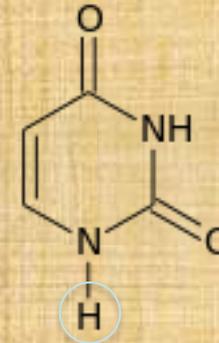
Le basi sono caratterizzate da unioni obbligate: A con T (o viceversa) e C con G (o viceversa); naturalmente nell'RNA al posto di T troviamo U.



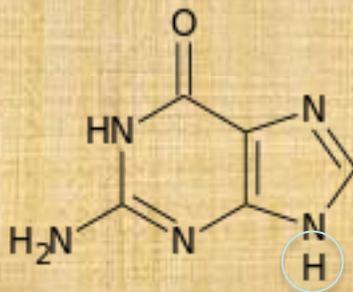
Adenina



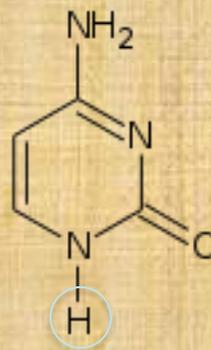
Timina



Uracile

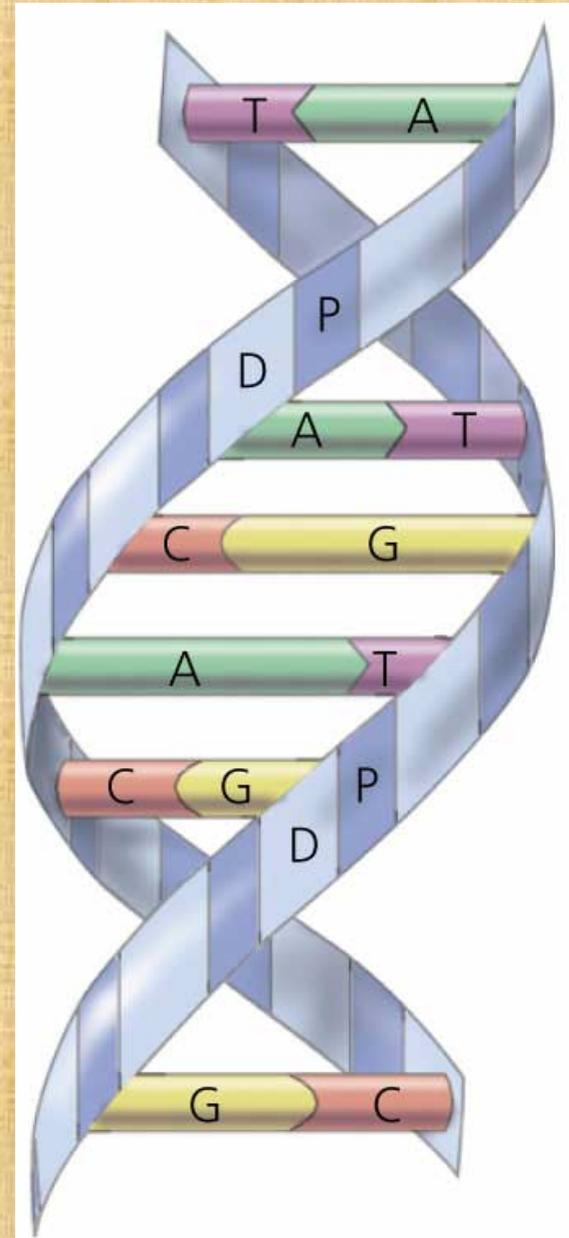
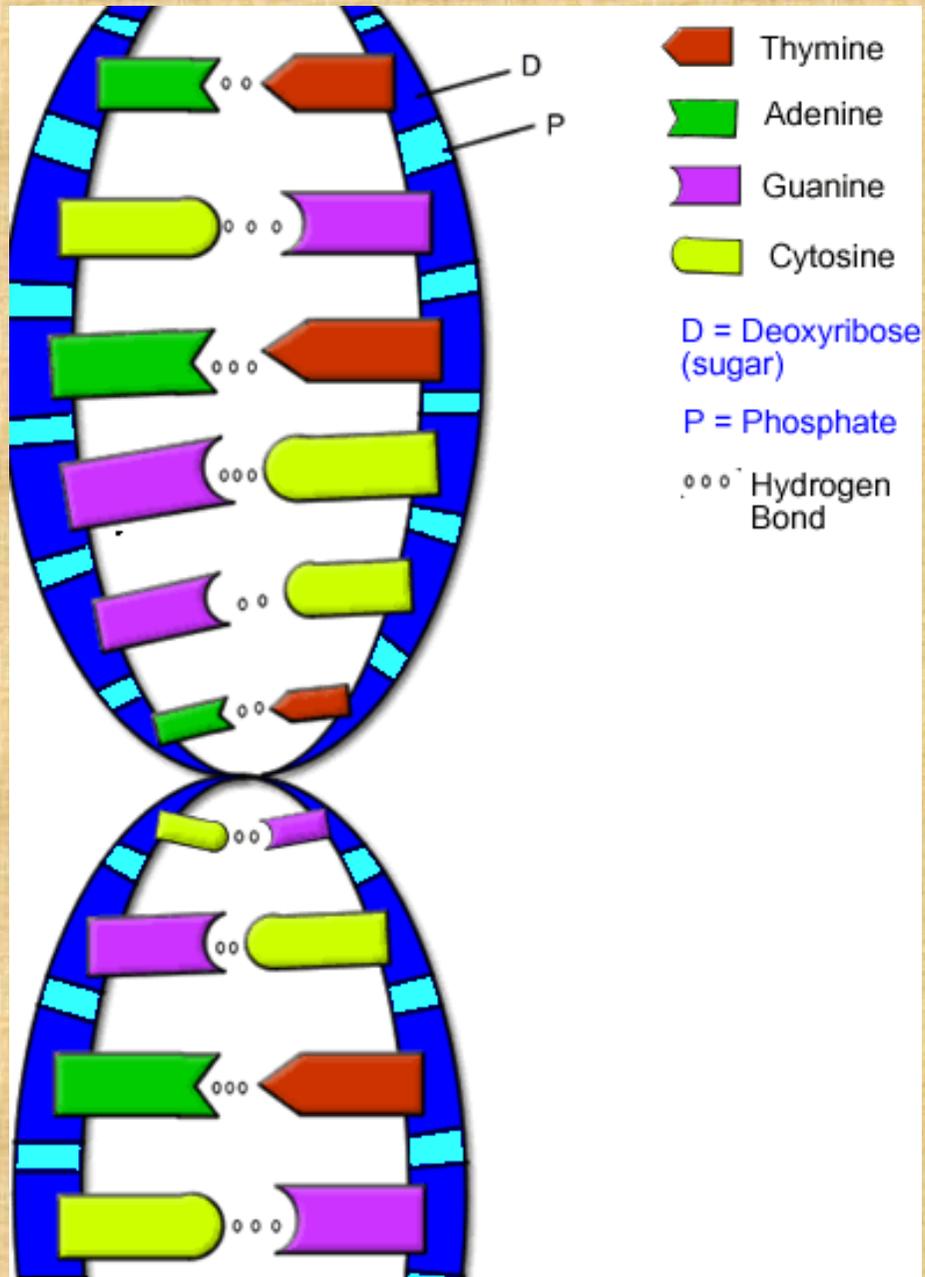


Guanina



Citosina

Citosina, Timina e Uracile sono dette pirimidine perché hanno una struttura ad anello singolo, invece l'Adenina e la Guanina sono purine, cioè costituite da strutture a doppio anello.



# DUPLICAZIONE DEL DNA

DNA originario

vecchio filamento

nuovo filamento

vecchio filamento

nuovo filamento

nuova molecola di DNA

nuova molecola di DNA

