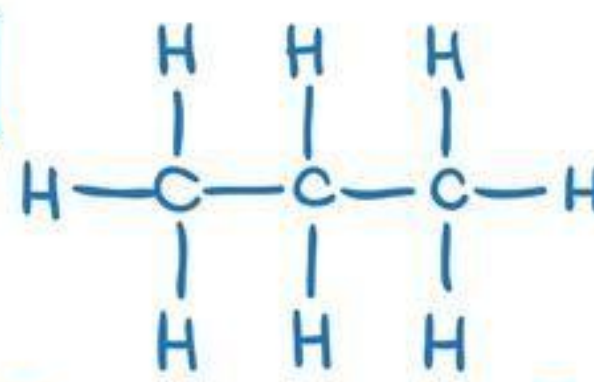
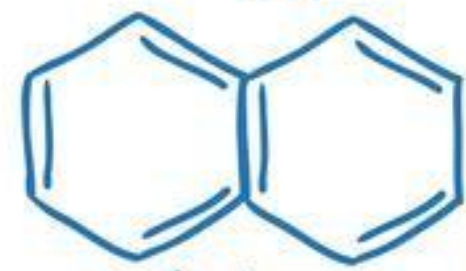
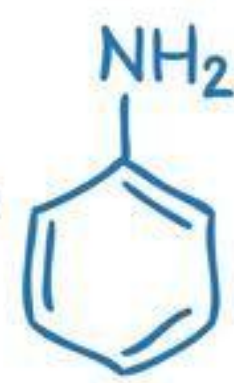
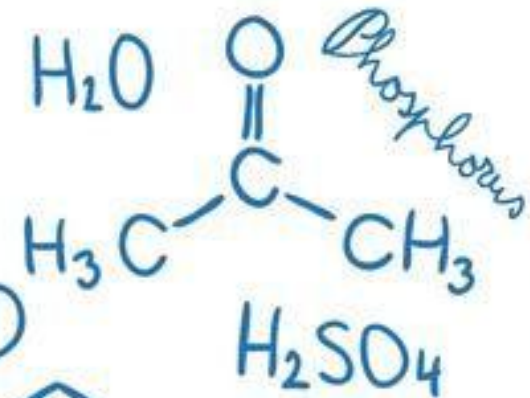
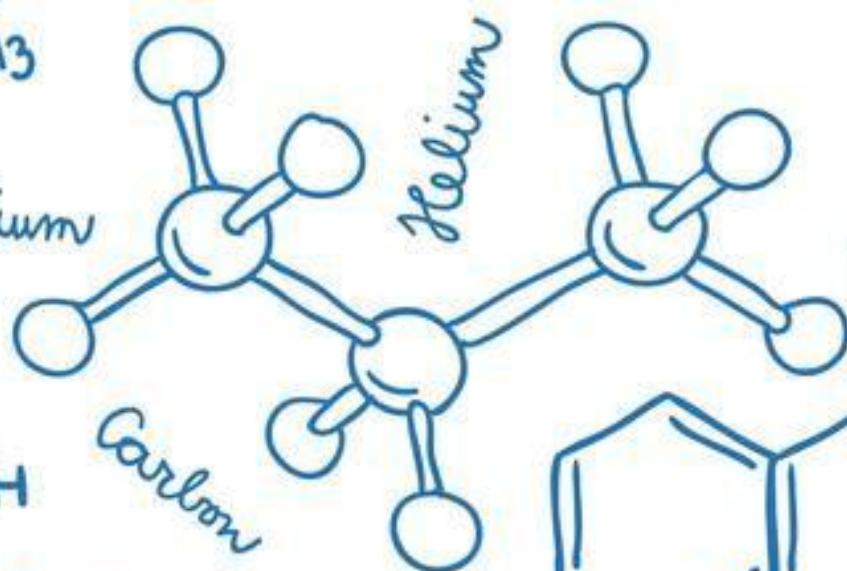
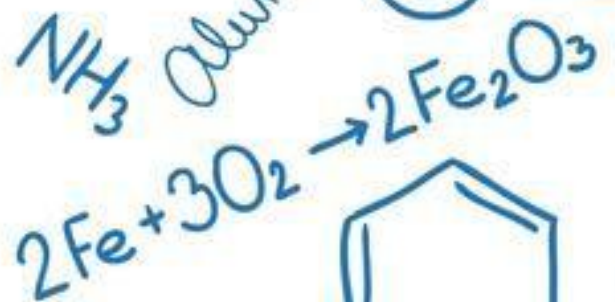
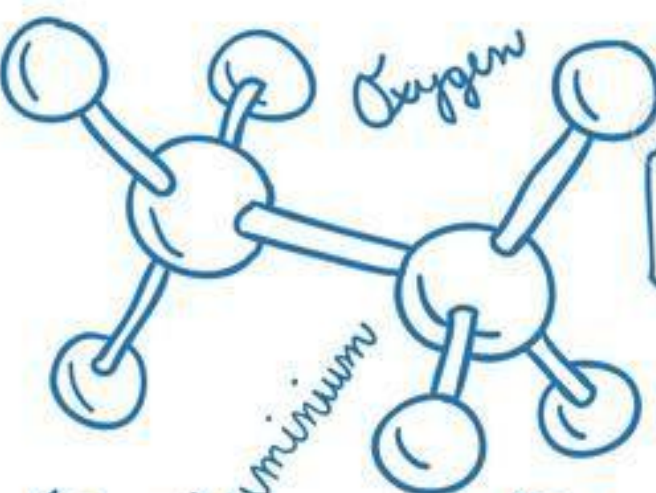


Titanium



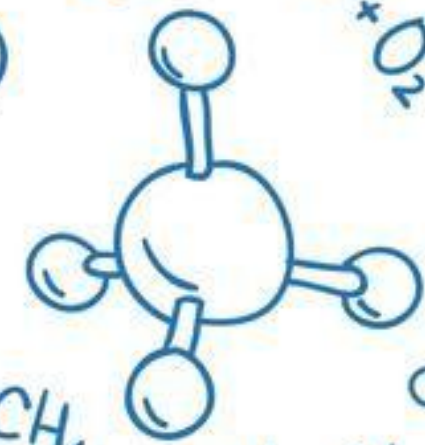
# ALOGENURI



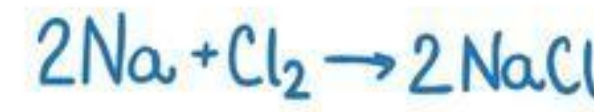
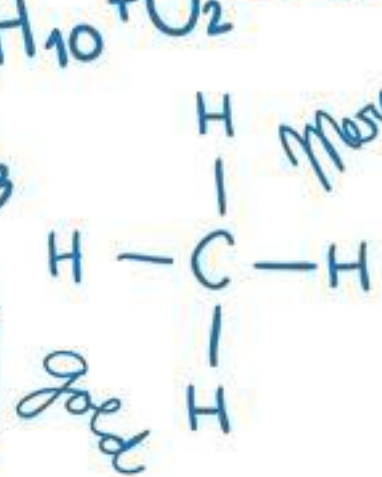
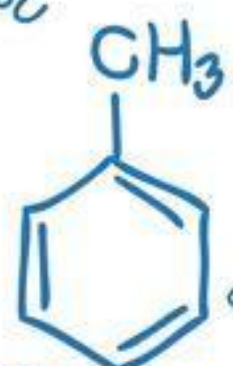
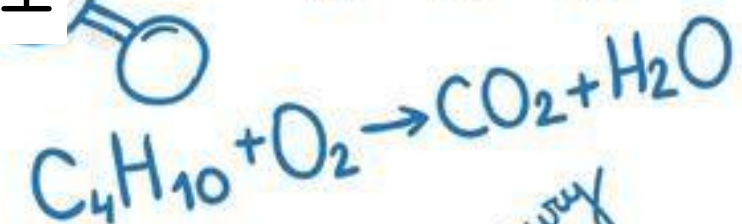
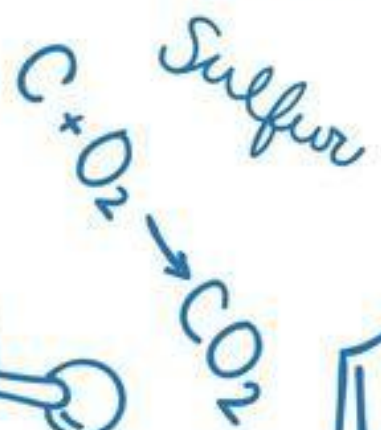
Chlorine



CH<sub>4</sub>

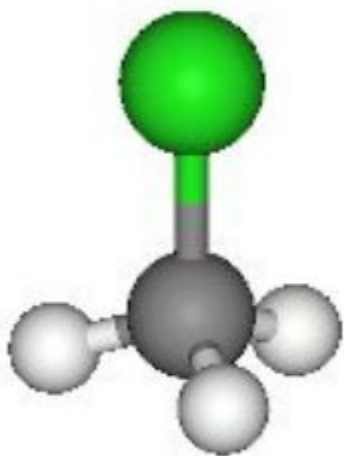


NaCl

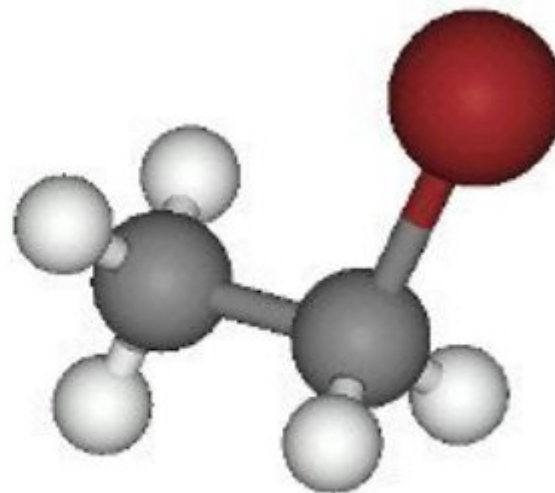


# Alogenuri

**Alogenuri Alchilici:** sono semplicemente dei derivati degli alcani, in cui uno o più atomi di H sono sostituiti da un alogeno (F, Cl, Br, I)  
Sono particolarmente utili in sintesi organica come **solventi**, oppure **reagenti** per la preparazione di altri reattivi



Clorometano

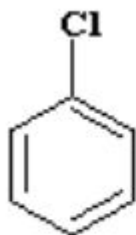


Bromoetano

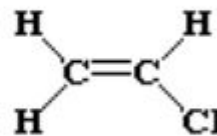
**Cloroformio:** o triclorometano,  $\text{CHCl}_3$

# Alogeno derivati insaturi

In questo caso l'alogeno è legato ad un C ibridato  $sp^2$  sono poco reattivi.

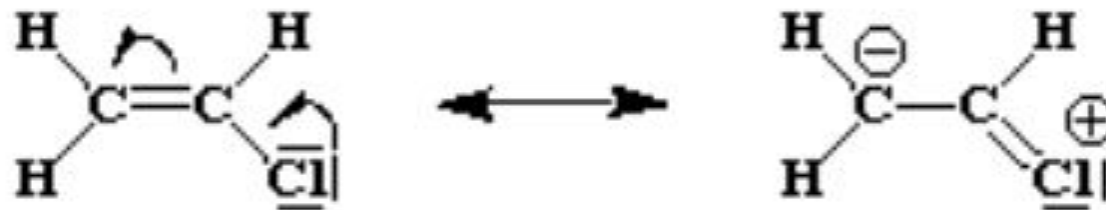


clorobenzene

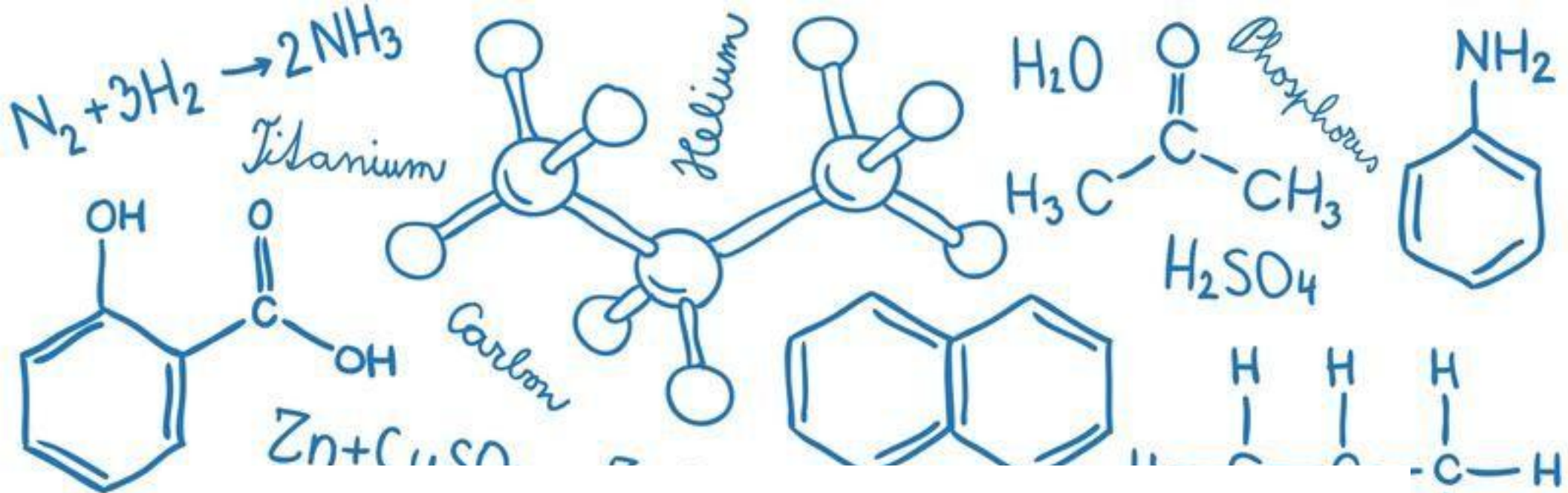


cloruro di vinile

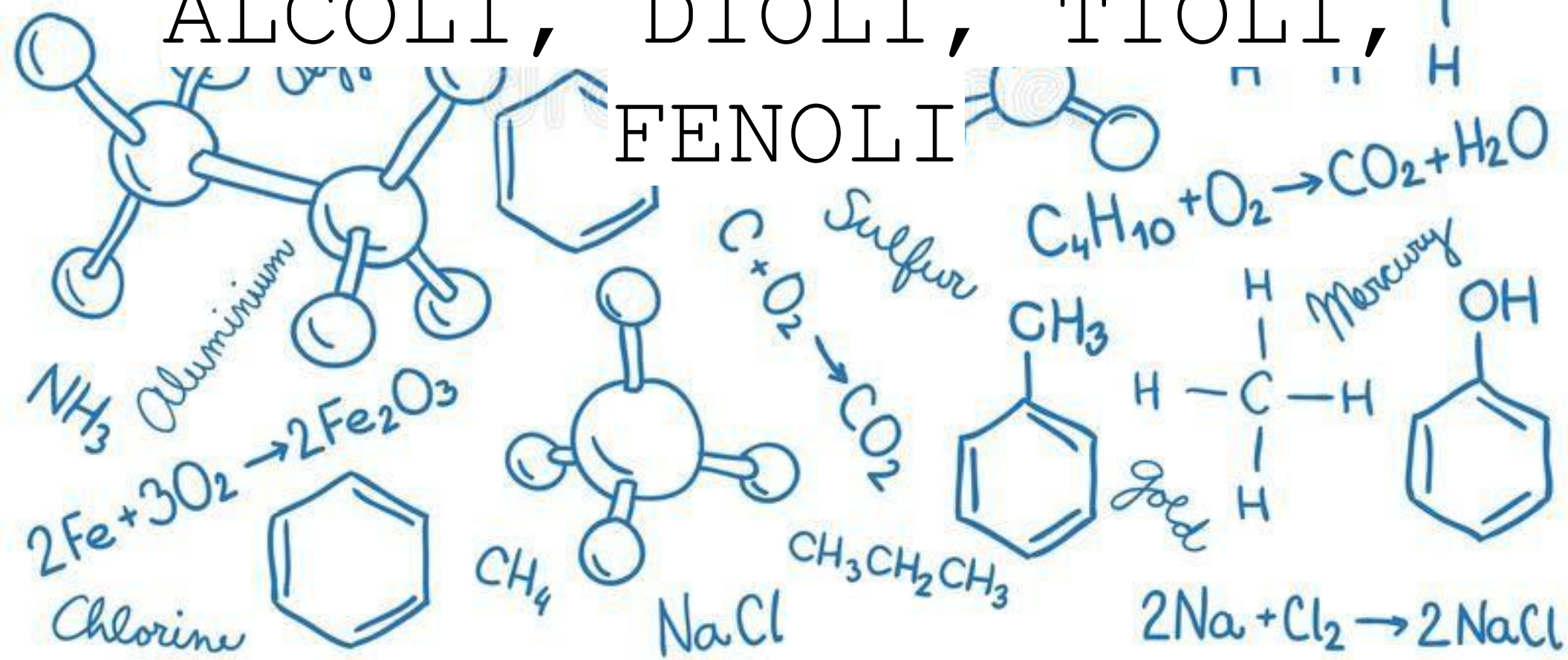
Il legame C-Alogeno è qualcosa di diverso rispetto ad un legame singolo





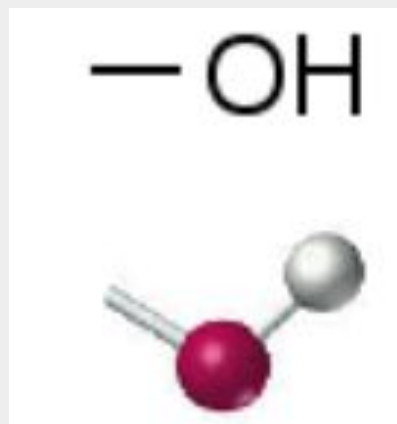


# ALCOLI, DIOLI, TIOLI, FENOLI



# Alcoli, Dioli, Tioli, Fenoli

**ALCOLI:** derivati degli idrocarburi per **sostituzione di un atomo di H** con un gruppo **idrossido (ossidrile) -OH**



I **dioli** sono alcoli in cui ci sono **due gruppi -OH**, mentre i **tioli** hanno il gruppo **solfidrico -SH**

**FENOLI:** il gruppo idrossido è legato ad un anello aromatico

# Alcoli

**ALCOLI**, alcune caratteristiche di base:

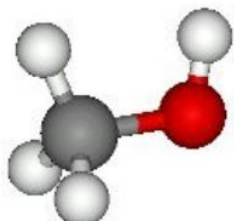
- I più leggeri sono liquidi a temperatura ambiente, incolori, con odori caratteristici e miscibili con l'acqua.
- Stima grossolana della miscibilità in acqua di un alcol (ma anche di un diolo o di un etere): sono in genere miscibili quei composti che hanno fino a 4 atomi di carbonio per ogni atomo di ossigeno nella loro struttura.

**LEGAME AD IDROGENO:** miscibilità in acqua, nonché elevato punto di ebollizione rispetto ad altre molecole organiche di simili dimensioni e strutture è spiegato tramite la formazione di legami a idrogeno tra l'idrogeno del gruppo -OH e l'ossigeno delle molecole vicine.

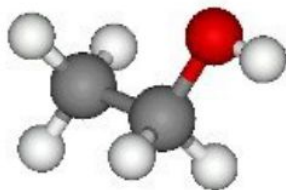


# Alcoli

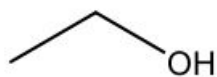
**Nomi degli ALCOLI (Metanolo o alcol metilico, etanolo o alcol etilico) desinenza -olo**



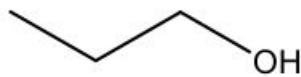
Metanolo



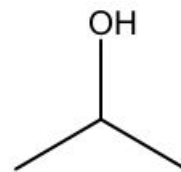
Etanolo



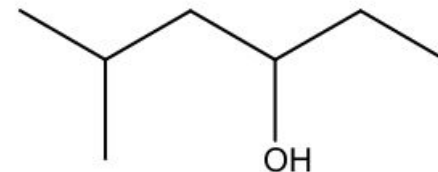
etanolo



1-propanolo

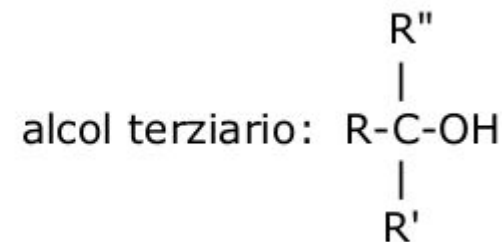
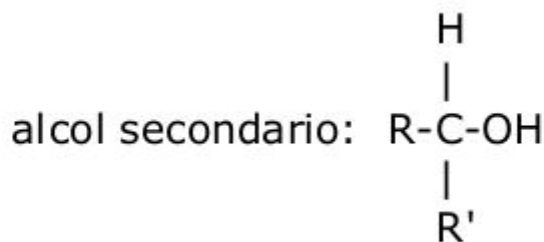
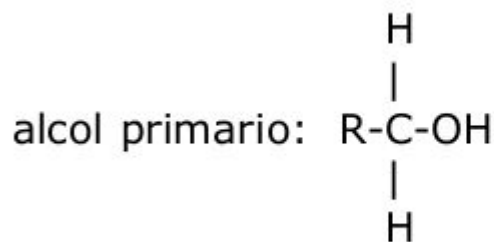


2-propanolo



5-metil-3-esanolo

**Classificazione, Alcoli primari, secondari e terziari**

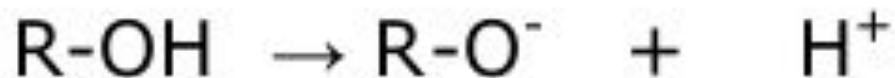




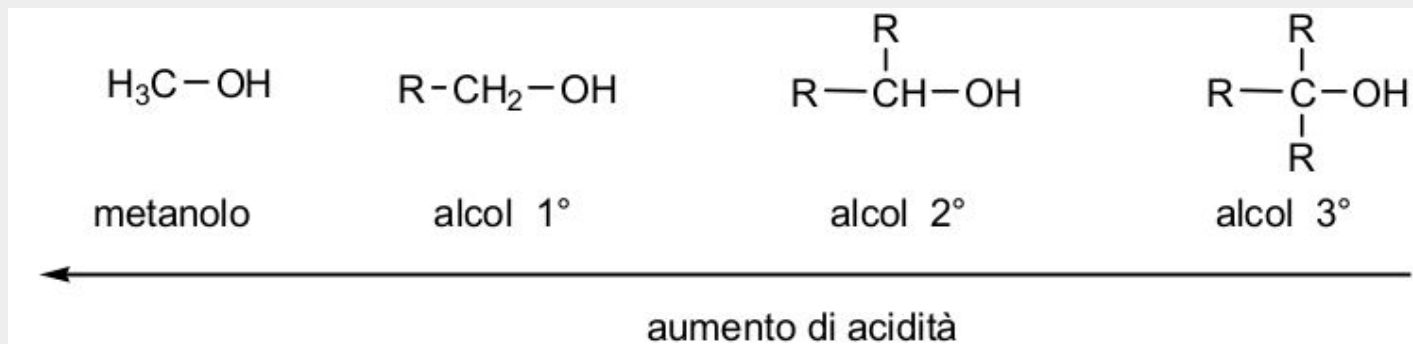
# Alcoli acidità

**Sono acidi deboli**, si dissociano formando un **alcossido  $RO^-$** , ma in assenza di un **gruppo elettronattrattore**, che stabilizza l'alcossido sono appunto acidi deboli.

- Esempio:  $CF_3-CH_2-OH$  è un acido meno debole dell'etanolo, infatti i tre atomi di Fluoro (**F è un forte elettronattrattore**) stabilizzano come detto l'anione  $CF_3CH_2O^-$

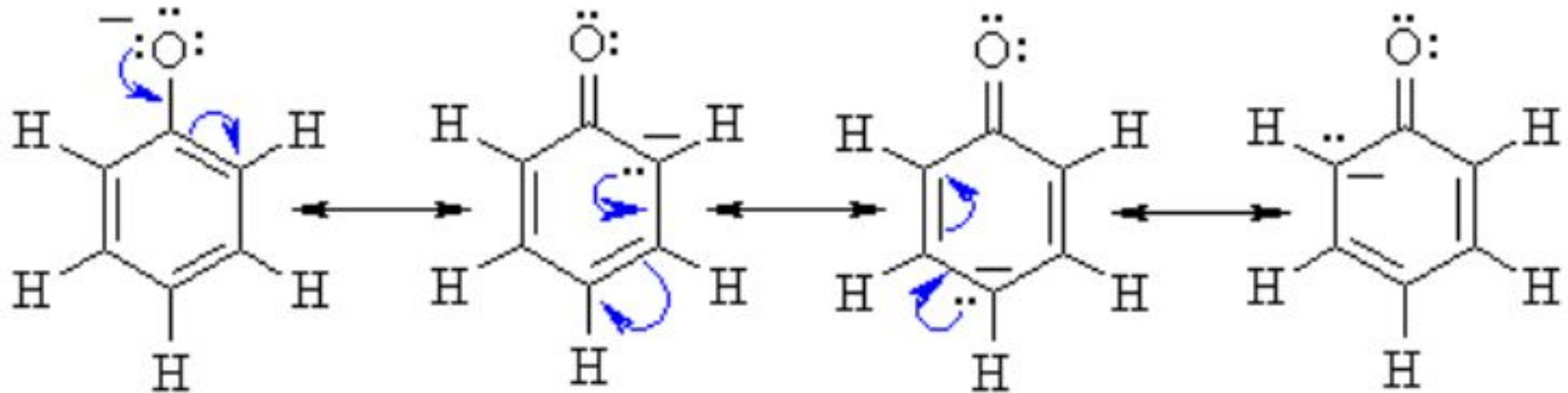


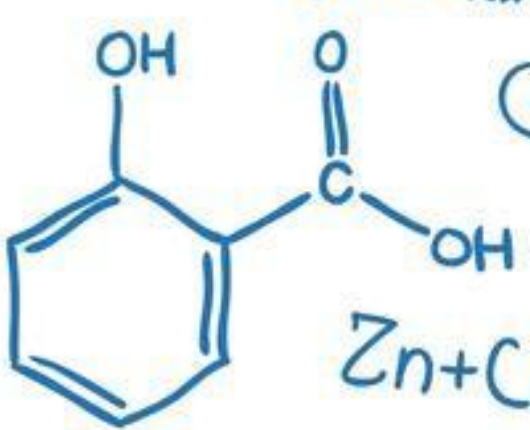
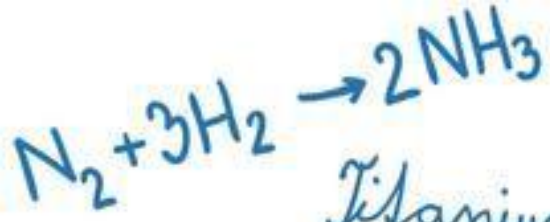
**I gruppi alchilici invece hanno l'effetto opposto (elettrondonatore) e quindi destabilizzano l'anione alcolato e diminuiscono dunque l'acidità**



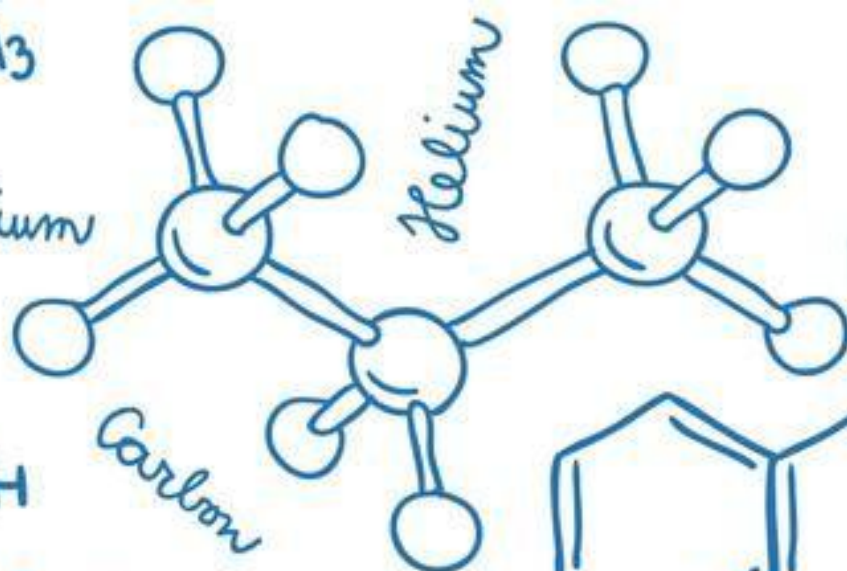
# Fenoli acidità

I **FENOLI** sono invece **acidi più forti** perchè l'anione che si forma è **stabilizzato dalla risonanza** (la **carica negativa viene appunto distribuita su tutto l'anello**)

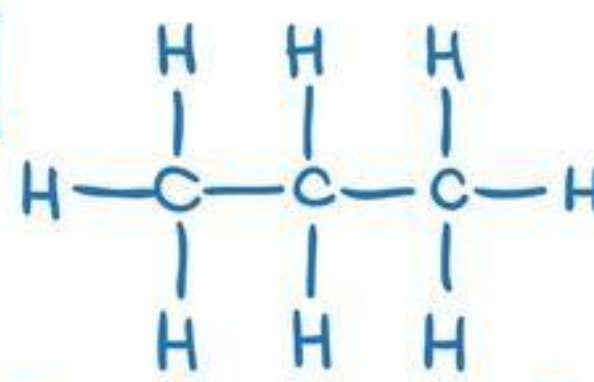
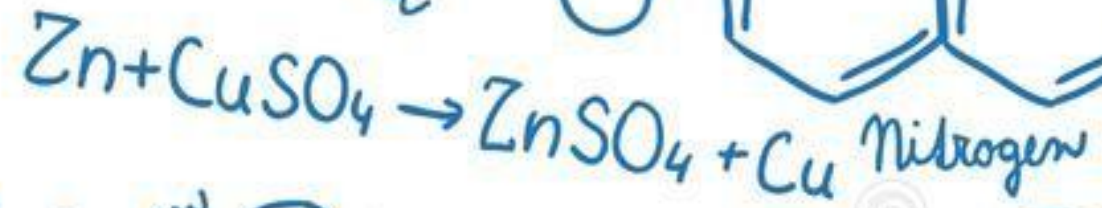
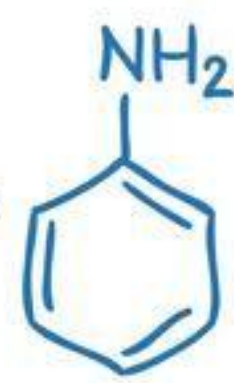
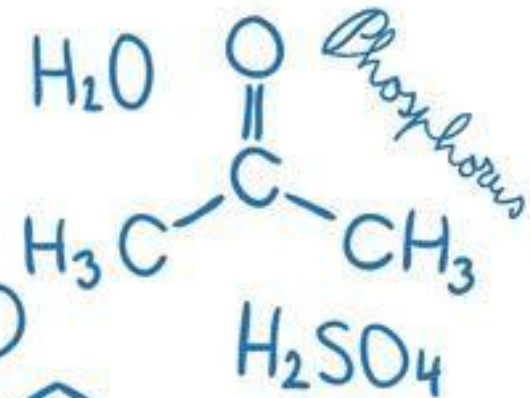




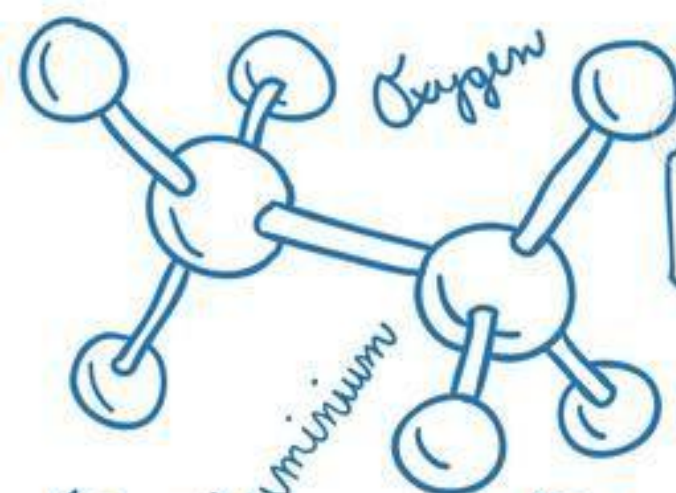
Titanium



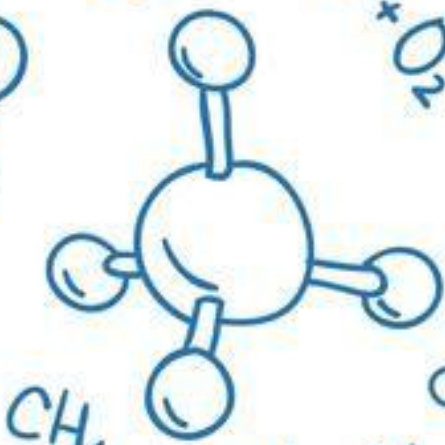
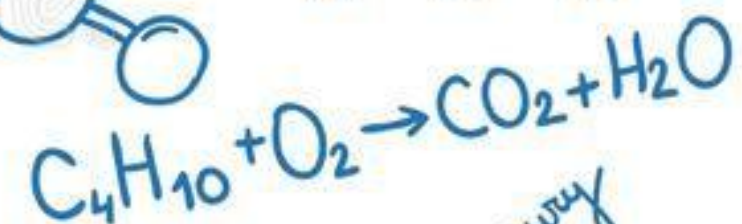
Helium



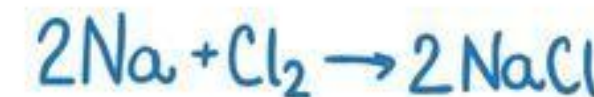
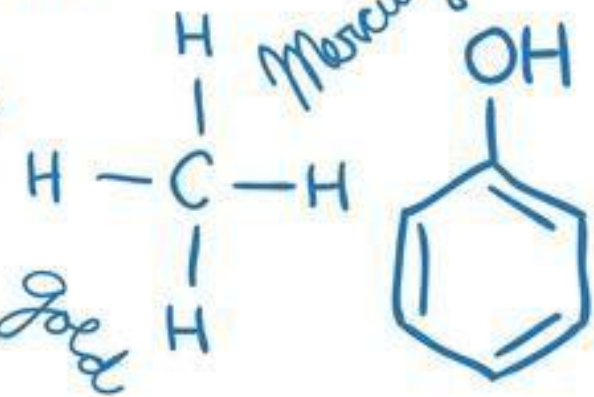
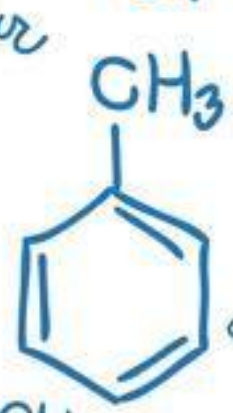
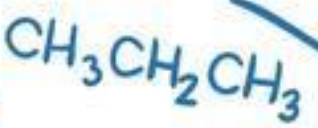
# ETERI



Chlorine



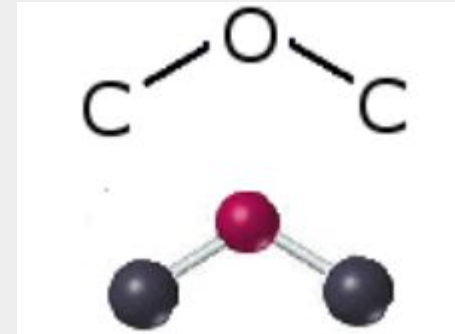
NaCl



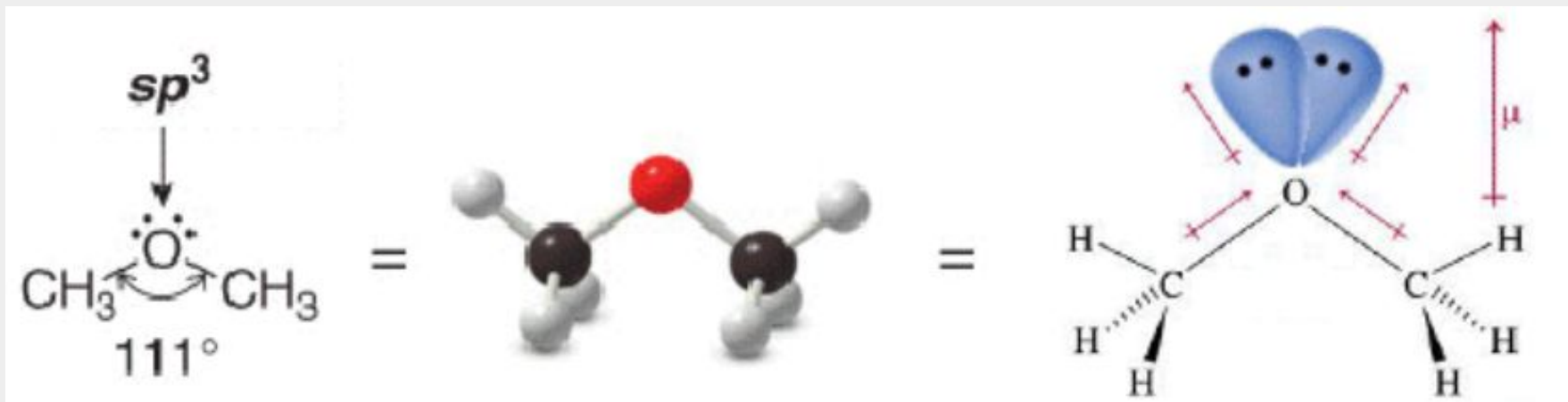


# Eteri

**ETERI:** sono composti in cui è presente il gruppo eterico e quindi **C-O-C** in cui l'atomo di **O** è legato a due **C** ibridati  $sp^3$

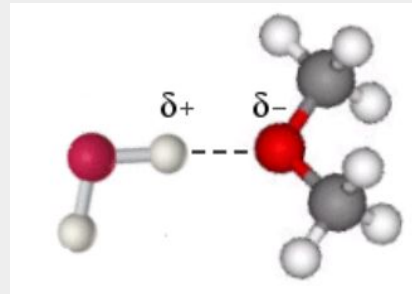


**Anche O è ibridato  $sp^3$** , questo dà luogo ad una geometria piegata (ricordate l'acqua) che, alla differenza di elettronegatività tra O e C, genera strutture con momento di dipolo non nullo



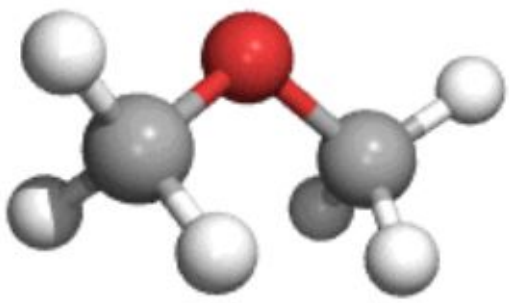
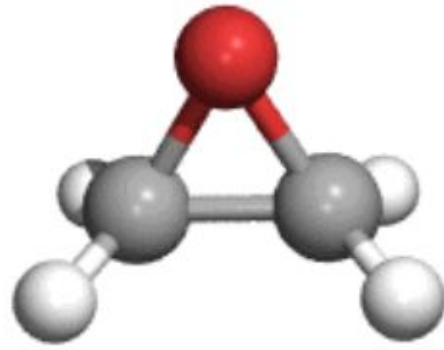
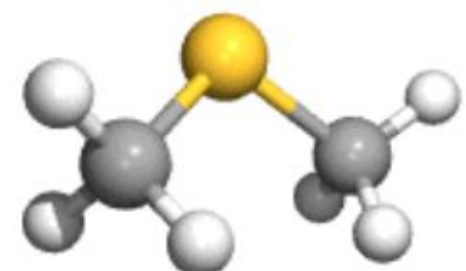
# Eteri

- Sostanze **poco reattive** quindi si prestano ad essere utilizzati come **solventi** in molte reazioni.
- **Temperature di ebollizione basse**, paragonabile a quelle degli alcani.
  - Non presentando **ossidrili**, non formano **legami idrogeno intermolecolari**.
- Ma a differenza degli alcani, hanno **solubilità in acqua (e alcoli)** paragonabile a quella degli alcoli.
  - **Ossigeno, con i doppietti elettronici**, permette agli eteri di formare **legami idrogeno** con le molecole d'acqua.

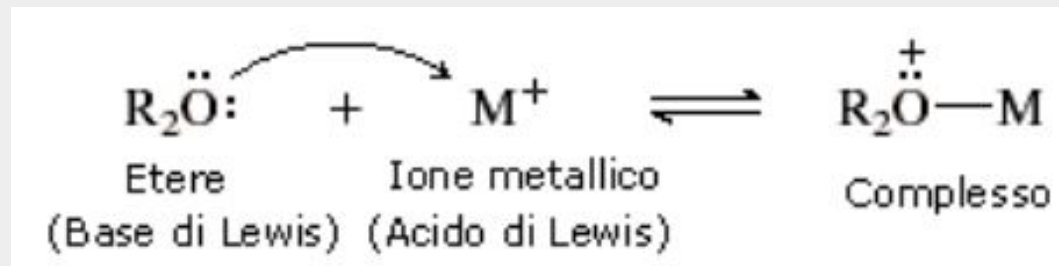


# Eteri, Epossidi, Tioeteri

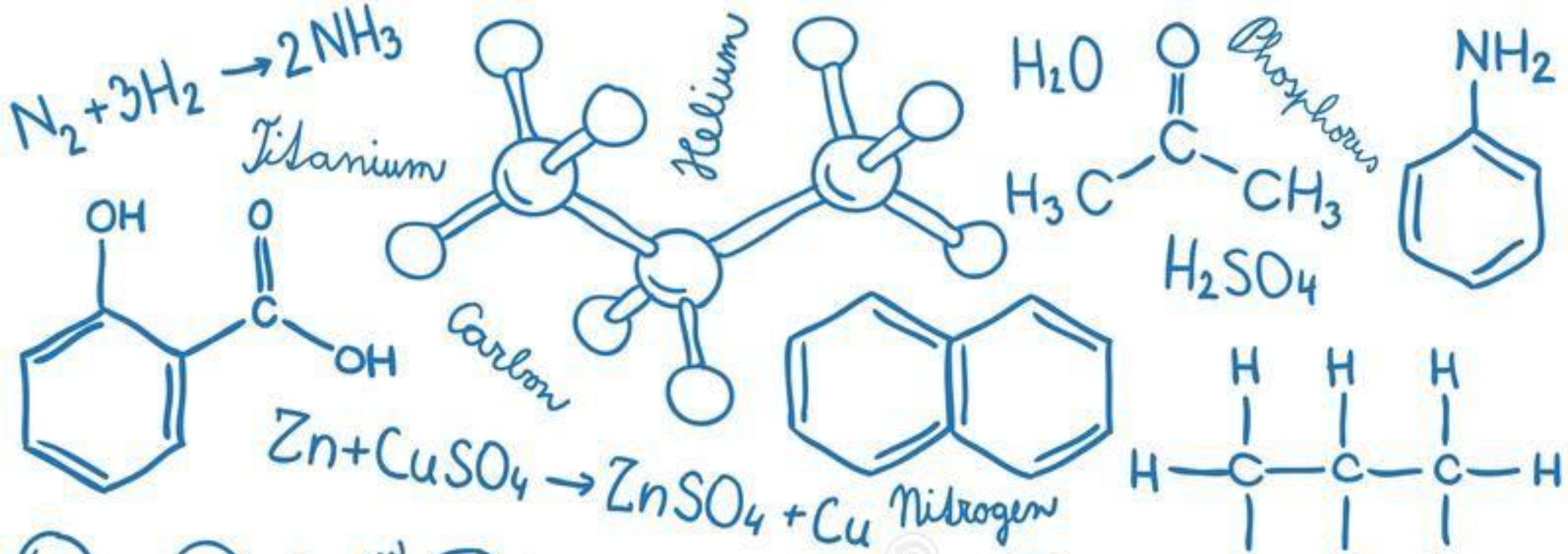
Come detto O ed S sono elementi dello stesso gruppo

Eteri	Epossidi	Tioeteri
		
Metossimetano (Etere dimetilico)	Ossirano (Ossido di etilene) (Epossietano)	Metiltiometano (Solfuro dimetilico)

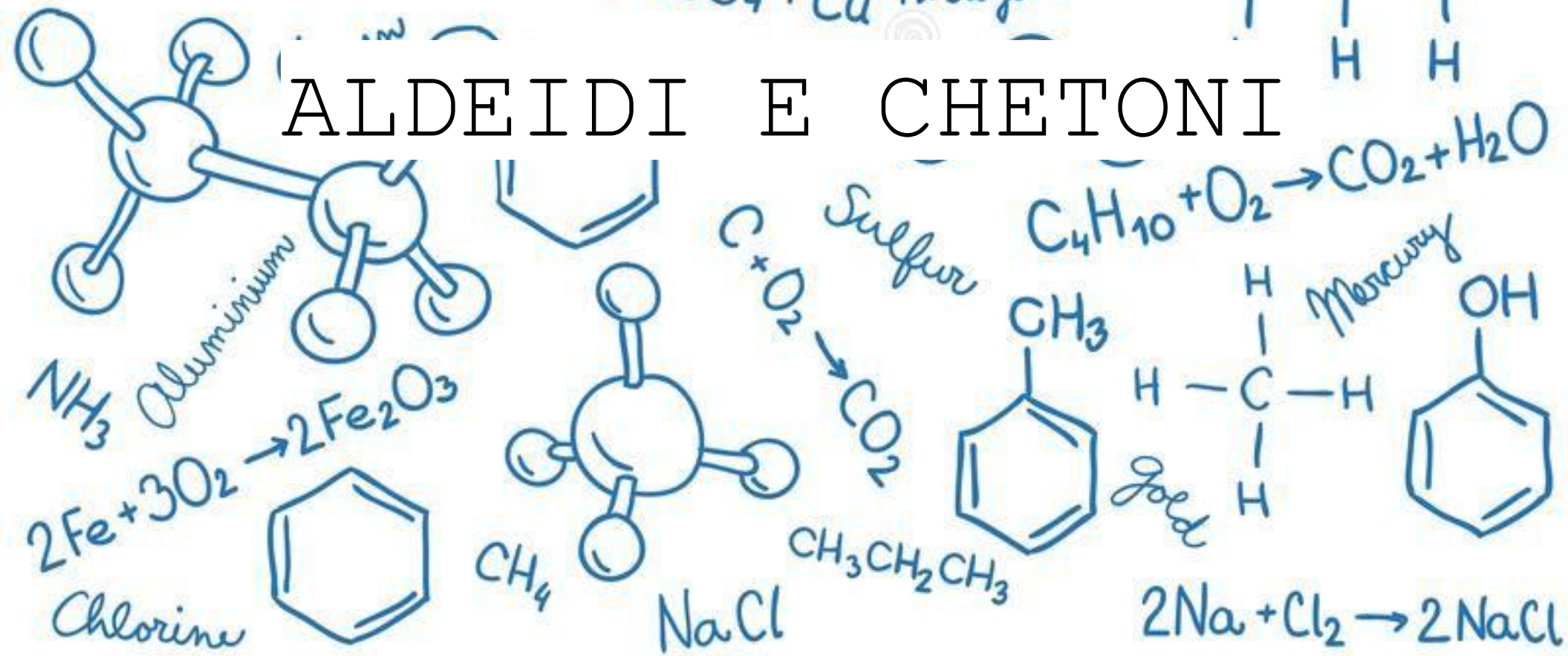
La presenza dei **doppietti elettronici sull'atomo di O** permette agli **eteri di comportarsi come basi di Lewis** (donatori di doppietti)





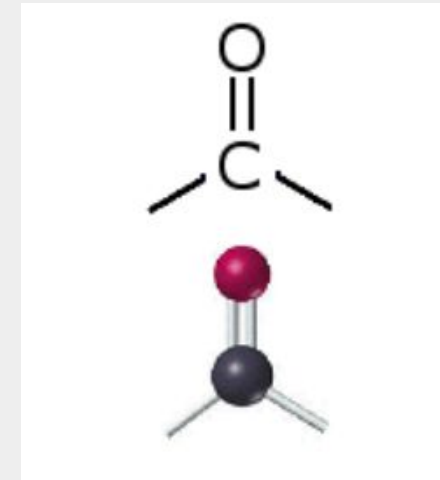


# ALDEIDI E CHETONI

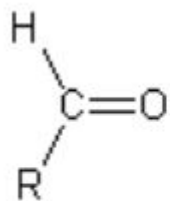


# Aldeidi e Chetoni

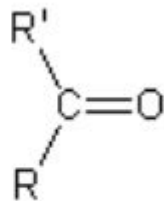
**ALDEIDI E CHETONI:** sono composti in cui è presente il gruppo **carbonilico**  $>C=O$  in cui l'atomo di **O** è legato con un doppio legame ad un **C** ibridato  $sp^2$



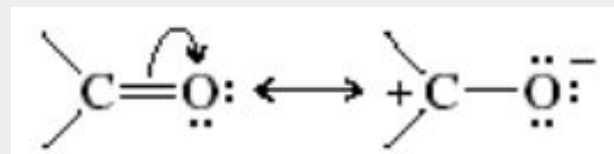
Hanno la formula generale (dove R ed R' sono gruppi alifatici o aromatici). Ovviamente a causa della differenza di elettronegatività fra O e C gli elettroni del doppio legame  $C=O$  saranno spostati verso l'atomo di O



Aldeidi

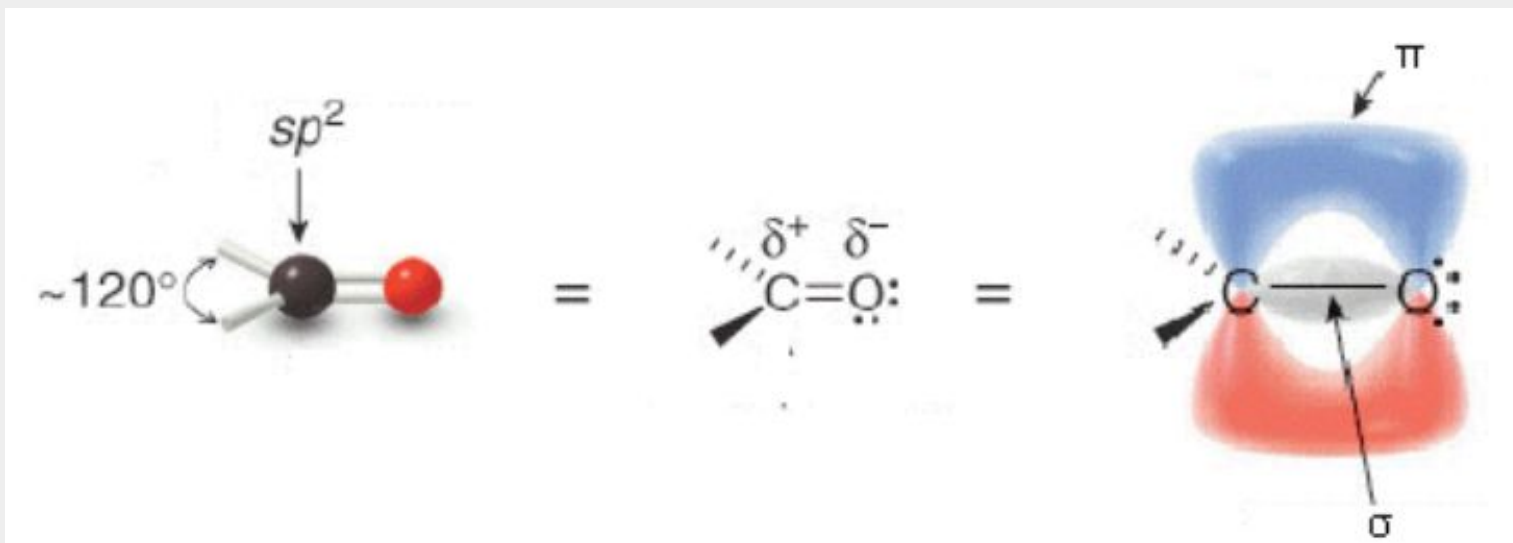


Chetoni



# Aldeidi e Chetoni

Aldeidi e chetoni, proprio a causa del carbonio ibridato  $sp^2$  e quindi del **doppio legame abbastanza esposto** sono **altamente reattivi in particolare rispetto a reazioni di addizione nucleofila**

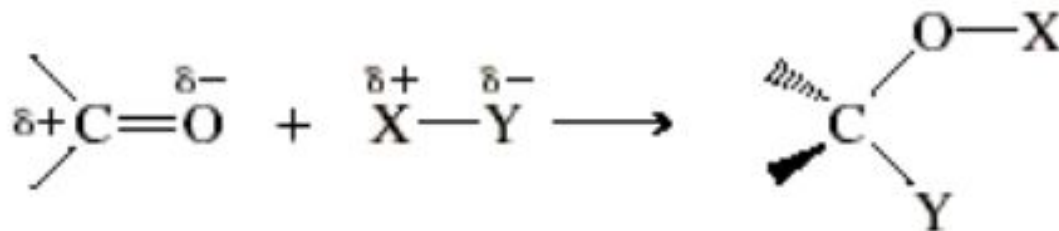


a causa della maggiore elettronegatività dell'ossigeno il **C e' parzialmente spoglio di elettroni** e quindi ottimo **bersaglio** per reagenti **nucleofilici**

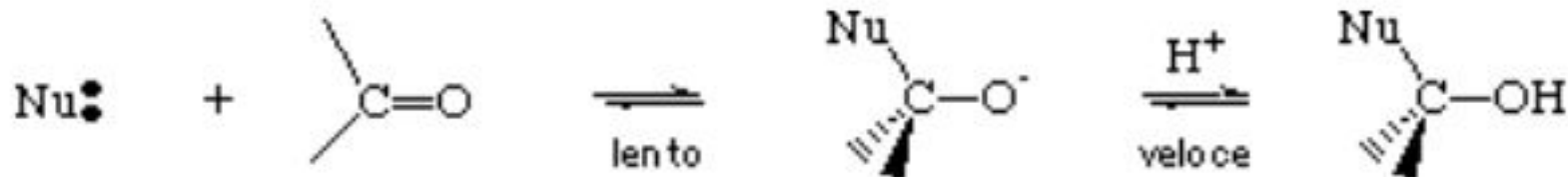


# Aldeidi e Chetoni

Il meccanismo generale dell'addizione nucleofila può essere schematizzato come segue

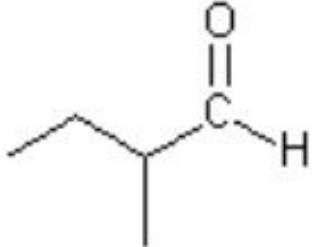


dove generalmente  $X = H$  :

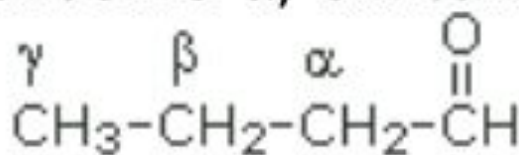


# Aldeidi e Chetoni

La nomenclatura delle **aldeidi** usa la **desinenza -ale** e la radice della catena più lunga contenente il gruppo carbonilico

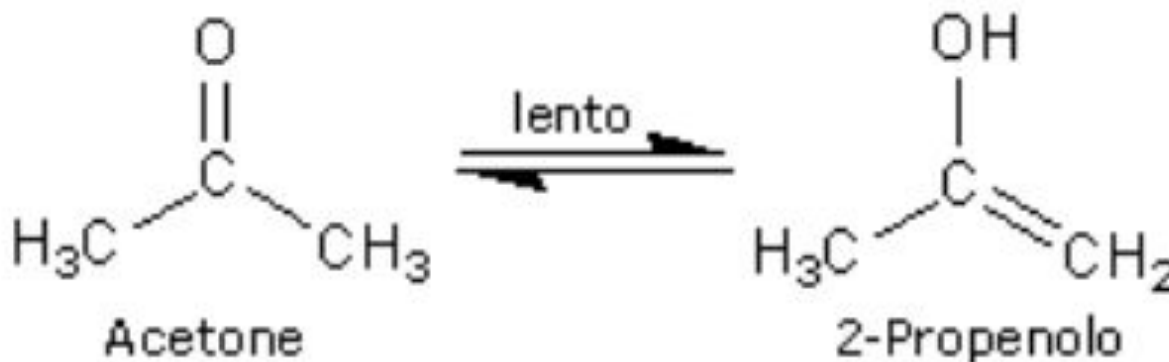
HCHO	CH <sub>3</sub> CHO	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHO	
Metanale (Aldeide formica) (Formaldeide)	Etanale (Aldeide acetica) (Acetaldeide)	Propanale (Aldeide propionica)	2-metilbutanale

Il carbonio adiacente al carbonile è detto  $\alpha$ , il successivo  $\beta$  e così via. Anche gli H vengono indicati allo stesso modo a seconda del C a cui sono legati. Il **butanale**, ad esempio:



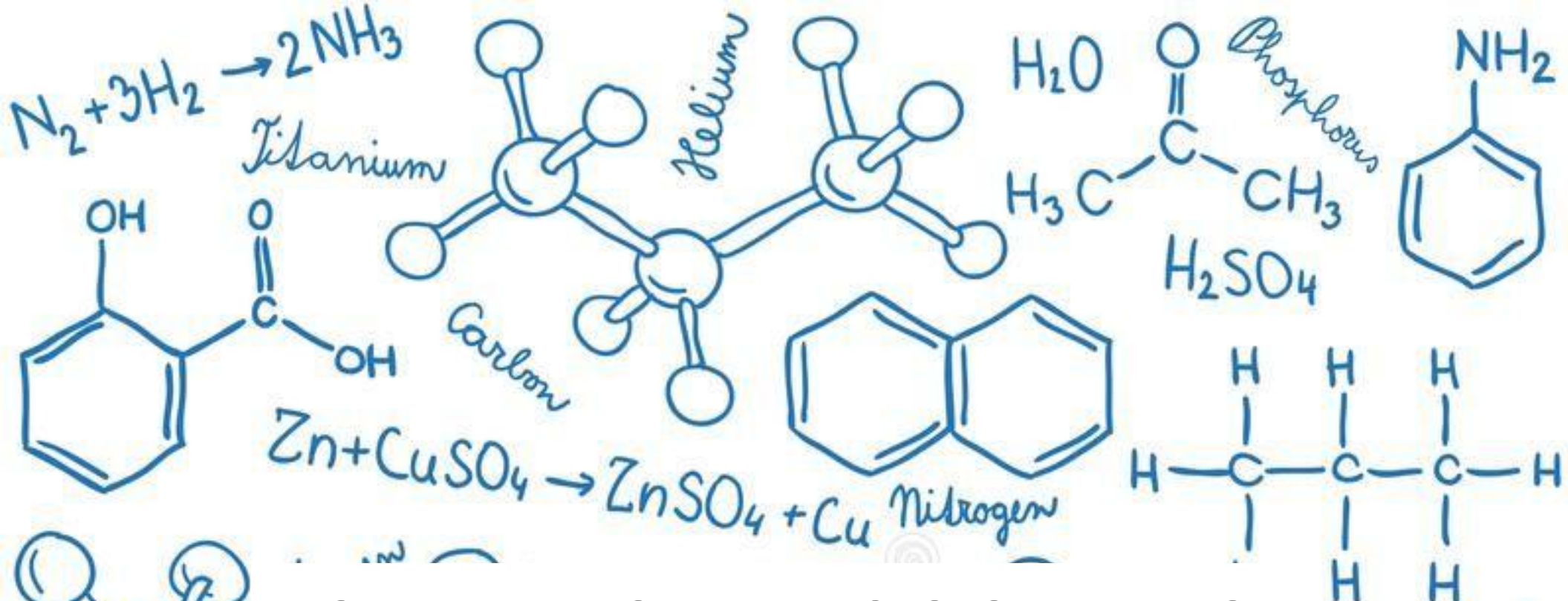
# Tautomeria Cheto-Enolica

Il **gruppo carbonilico** agisce ovviamente con **elettron attrattore**, quindi sottraendo elettroni al C in  $\alpha$  contribuisce a dare agli **H in  $\alpha$**  una **tendenza acida**. Questo gioca un ruolo importante nella **tautomeria cheto-enolica** (questi carboni cedono facilmente gli atomi di H a loro legati)

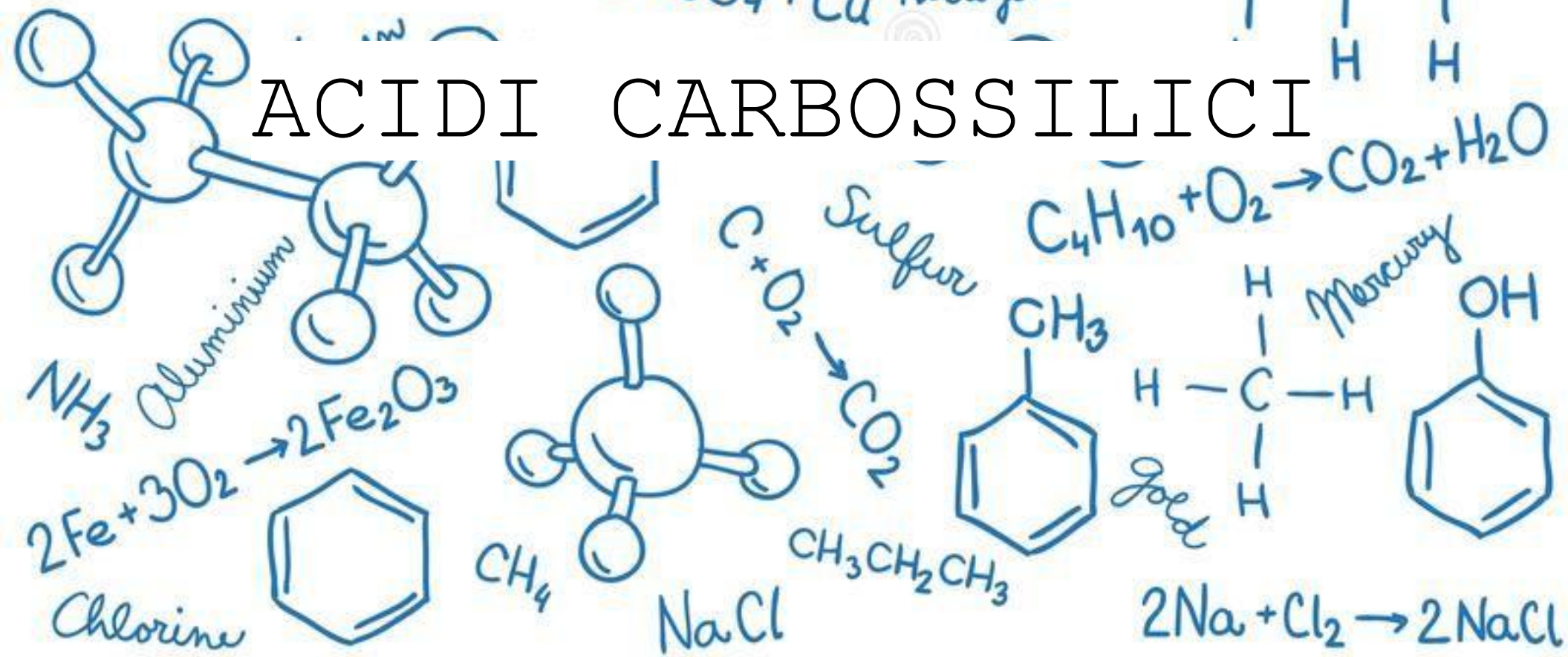


Il termine “enolo” deriva dal fatto che il composto che si forma presenta sia un doppio legame carbonio-carbonio (en-), sia una funzione alcolica (-olo).



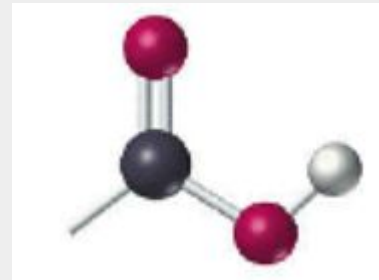
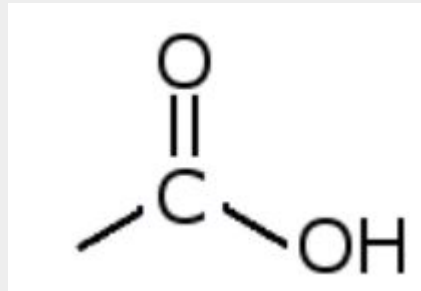


# ACIDI CARBOSSILICI

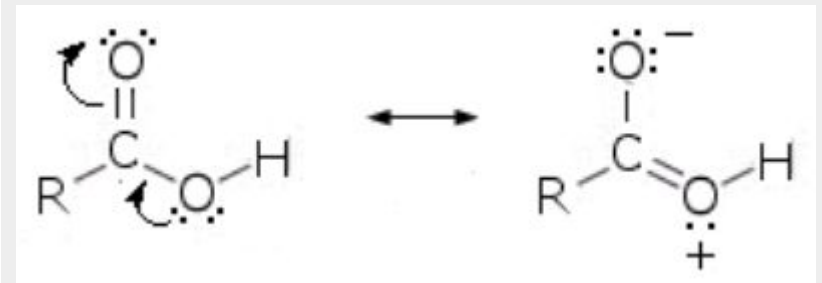
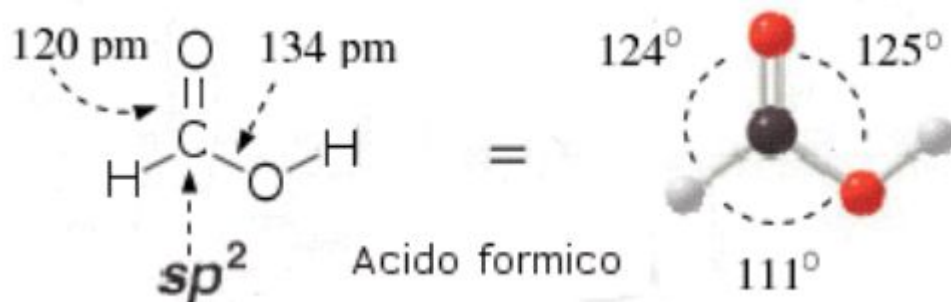


# Acidi Carbossilici

**Gli acidi carbossilici sono composti acidi caratterizzati dal gruppo funzionale carbossile (-COOH):**

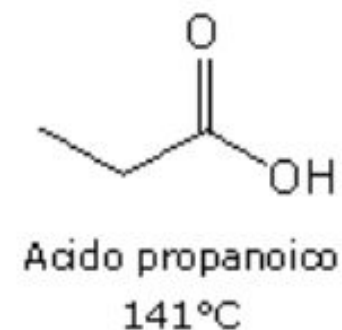
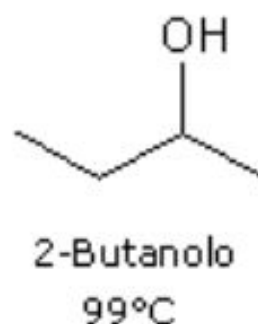
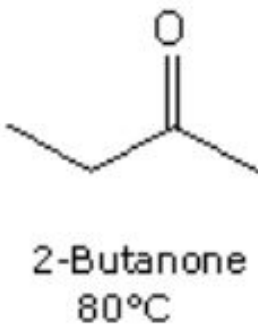
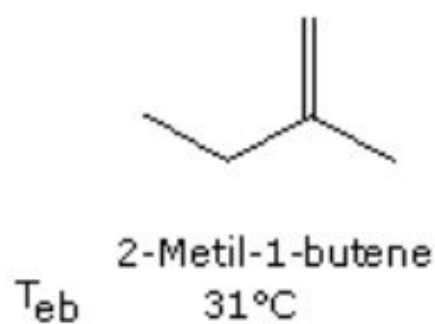
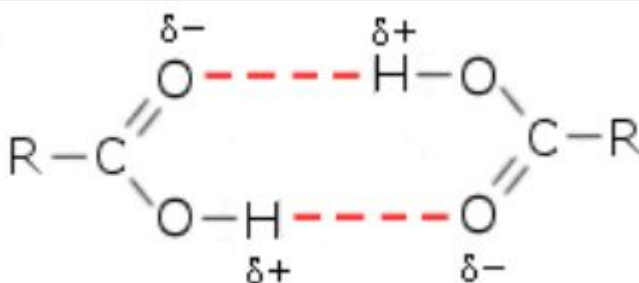


L'ibridazione  $sp^2$  e la conseguente planarità permette ad una coppia solitaria di elettroni dell'ossigeno ossidrilico di delocalizzarsi tramite sovrapposizione con il sistema  $\pi$  del gruppo carbonilico



# Acidi Carbossilici: forze intermolecolari

Quindi il gruppo carbonilico è polare, e questo quindi dà luogo a forze di interazione intermolecolari importanti che fanno sì che gli acidi carbossilici abbiano **alte temperature di ebollizione** a differenza di idrocarburi con peso molecolare analogo





## Acidi Carbossilici: acidità

Gli acidi carbossilici sono la **classe più acida di composti tra quelli contenenti solo Carbonio, Idrogeno ed Ossigeno**. Con valori di  $k_a \sim 10^{-5}$  ( $pka \sim 5$ ) sono più acidi degli alcoli, **rimangono tuttavia degli acidi deboli**. In soluzione acquosa un acido carbossilico si dissocia in un anione **carbossilato** ( $RCOO^-$ ) ed  $H^+$ .

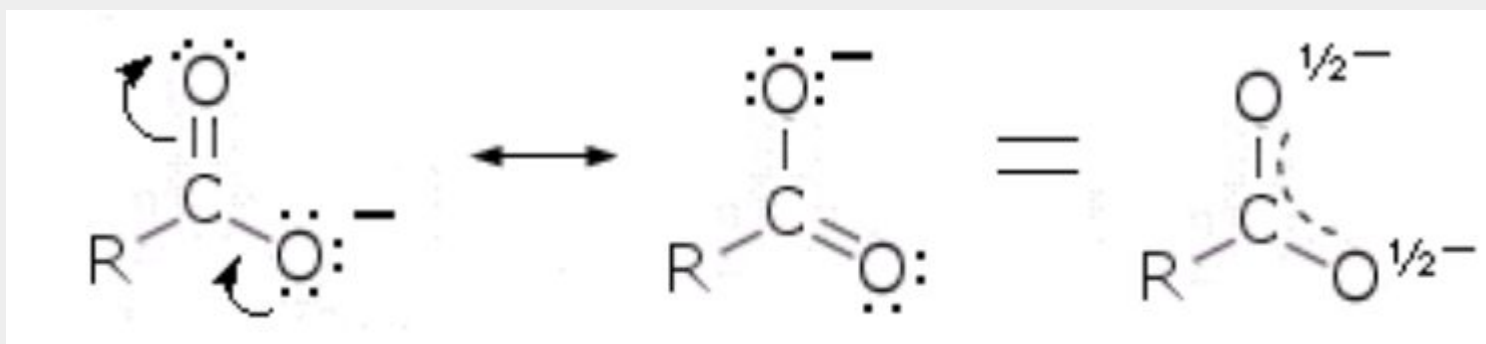
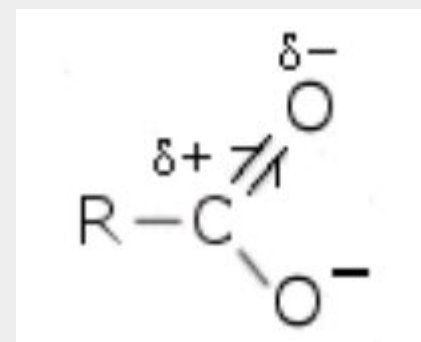


La **maggior acidità** di un **acido carbossilico** rispetto ad un **alcol** è legata al fatto che **l'anione carbossilato è più stabile dell'anione alcossido** ( $RO^-$ ), che si forma dalla dissociazione ionica di un alcol.

# Acidi Carbossilici: acidità

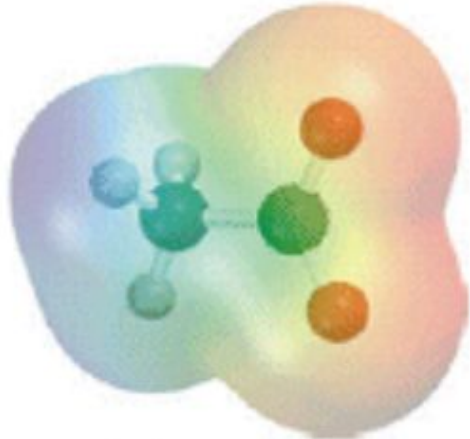
La maggior stabilità dell'anione carbossilato è spiegabile grazie all'**effetto induttivo e di risonanza**.

**Induttivo** : il gruppo carbonile è un gruppo elettronattrattore e quindi è in grado di attirare e disperdere la carica negativa presente sull'ossigeno dell'anione carbossilato, stabilizzandola.



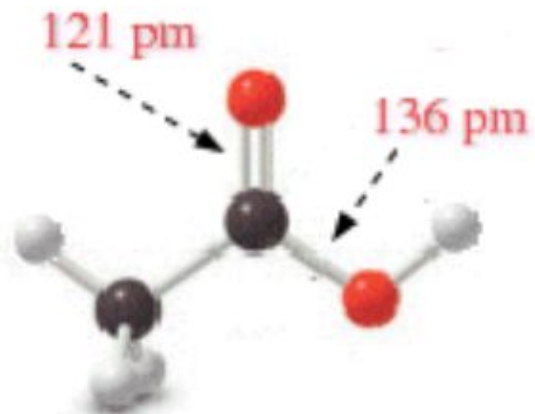
**Risonanza** : sovrapposizione dell'orbitale p dell'Ossigeno che porta la carica negativa con il legame  $\pi$  del gruppo carbonilico (sistema coniugato  $\pi$ -p). Come conseguenza della risonanza la carica negativa è dispersa e portata equamente dai due atomi di ossigeno

# Acidi Carbossilici: acidità

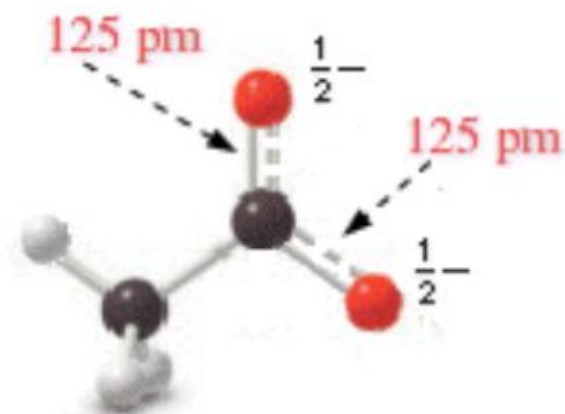


Anione acetato

Quanto detto sopra e' confermato dalla mappa del potenziale elettrostatico dell'acetato e dalla **uguale lunghezza di legame dei due legami C con O**



Acido acetico



Anione acetato



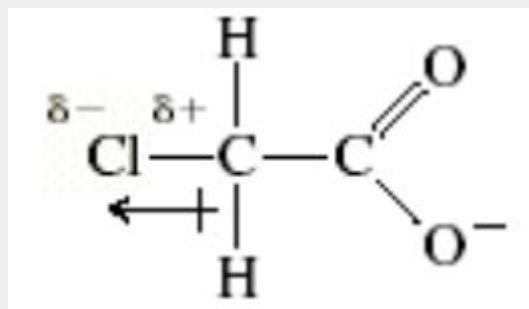
## Acidi Carbossilici: acidità

I gruppi alchilici ( $-\text{CH}_3$ ) sono debolmente **elettronrepulsori** e quindi, accentuando la carica del gruppo carbossilato, lo rendono più instabile, **diminuendo l'acidità dell'acido da cui deriva.**

- Infatti Acido formico  $\text{HCOOH}$  ( $K_a = 1,77 \cdot 10^{-4}$ ) Acido acetico  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $1,75 \cdot 10^{-5}$ ), ma è trascurabile l'effetto sull'acidità degli acidi carbossilici non sostituiti a catena più lunga.
  - Tutti gli acidi carbossilici non sostituiti presentano infatti un **costante di dissociazione acida dello stesso ordine di grandezza dell'acido acetico indipendentemente dalla lunghezza della catena carboniosa.**
- I sostituenti **elettronattrattori** invece aumentano l'acidità degli acidi carbossilici. **Attirando elettroni, disperdono la carica negativa del gruppo carbossilato e quindi stabilizzandolo.**

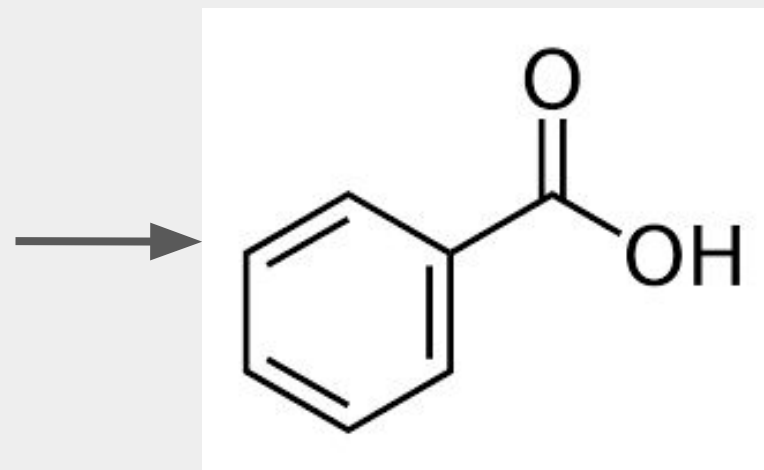
# Acidi Carbossilici: acidità

- **Infatti l'acido cloroacetico è decisamente più forte ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-3}$ ). Il Cloro, legato al carbonio alfa, ha un effetto induttivo elettroneattrattore che stabilizza l'anione cloroacetato**



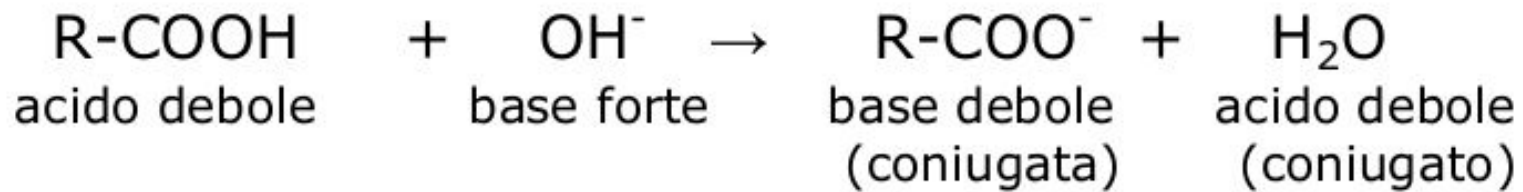
L'**acido benzoico**  $\text{Ph-COOH}$  ( $\text{p}K_a = 4,2$ ) è leggermente più acido dell'acido acetico. Ciò è dovuto al fatto che il gruppo carbossile è legato ad un carbonio ibridato  $\text{sp}^2$ ,

**L'atomo di carbonio aumenta il suo effetto elettroneattrattore all'aumentare del carattere s della sua ibridazione.**



## Acidi Carbossilici: saponi

**Ovviamente gli acidi carbossilici vengono facilmente salificati usando una base forte (trasformati nell'anione carbossilato)**

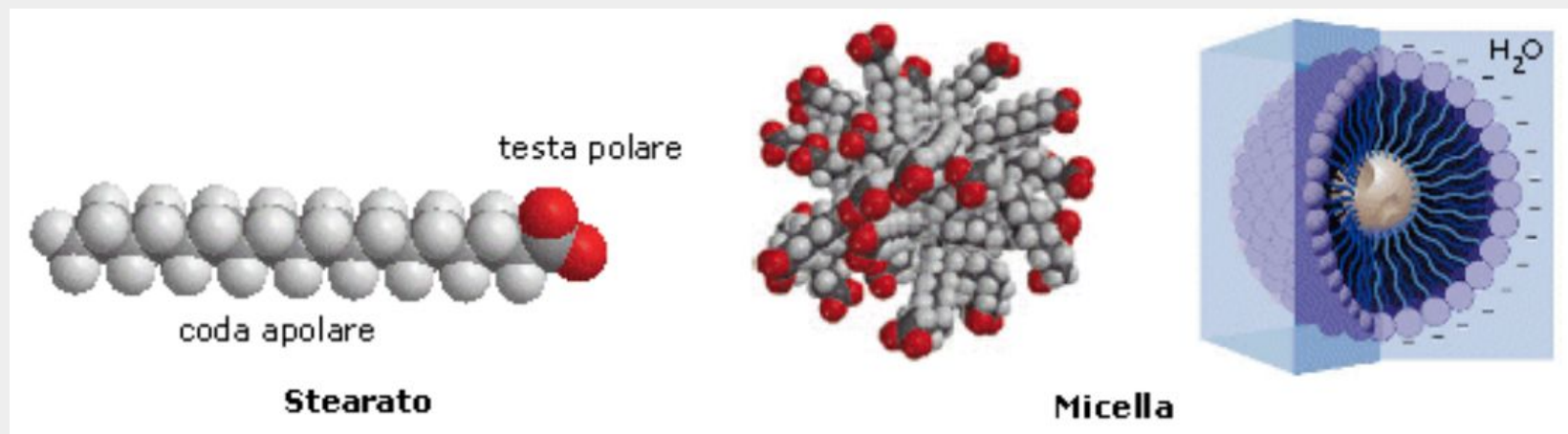


**I sali degli acidi carbossilici sono composti ionici e, se il loro peso molecolare non è troppo elevato, sono solubili in acqua. In particolare, il comportamento in soluzione dei sali degli acidi carbossilici con 12-18 atomi di carbonio, è particolare ed è alla base dei saponi.**



# Acidi Carbossilici: saponi

**Molecole anfipatiche:** lo stearato di sodio  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}$ , possiede un'estremità idrofila per la presenza del gruppo negativamente carico **carbossilato**, che contribuisce all solubilità in acqua, mentre il resto della catena carboniosa è apolare ed idrofobica.



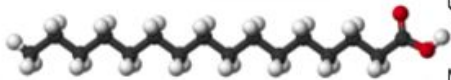
**Micelle:** le teste negative si dispongono a formare la superficie esterna a contatto con l'acqua, mentre le **code apolari**, tra loro affini, si rivolgono verso l'interno della micella "proteggendosi".  
**Particelle di sporco, apolari, non solubili in acqua vengono circondate dalla parte apolare.**

- **Acidi grassi : acidi carbossilici a lunga catena presenti nei grassi**

# Acidi Carbossilici: saponi

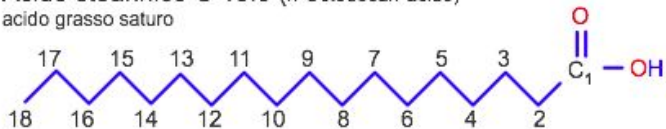
Acido palmitico C 16:0  
acido grasso saturo

n-Esadecan-acido  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$   
C 16:0 (ionizzato)

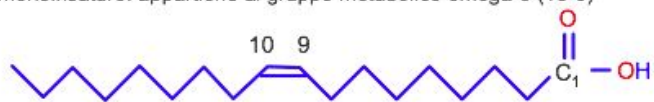


Modello a calotta

Acido stearico C 18:0 (n-Octodecan-acido)  
acido grasso saturo



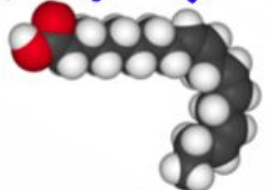
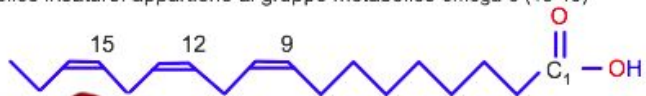
Acido oleico C 18:1,  $\Delta^9$   
monoinsaturo: appartiene al gruppo metabolico omega-9 (18-9)



cis-9-Octodecen-acido  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-$   
C 18:1,  $\Delta^9$  (ionizzato)

Modello a calotta

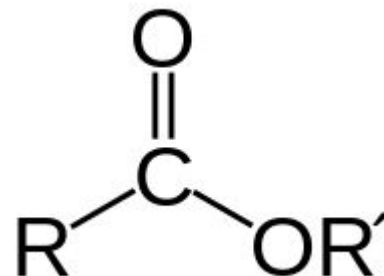
Acido linolenico C 18:3,  $\Delta^9, 12, 15$   
triplice insaturo: appartiene al gruppo metabolico omega-3 (18-15)



Z,Z,Z-9,12,15-  
Octadecatrien-acido  
C 18:3,  $\Delta^9, 12, 15$

Modello a calotta

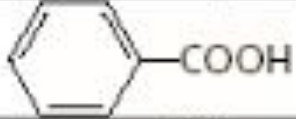
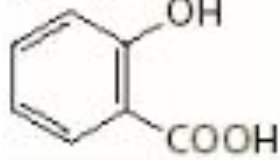
**Acidi grassi** : acidi monocarbossilici alifatici derivati o contenuti in forma esterificata in un grasso vegetale o animale, olio o cera.



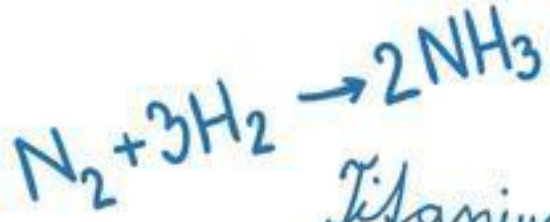
**ESTERI**

# Acidi Carbossilici

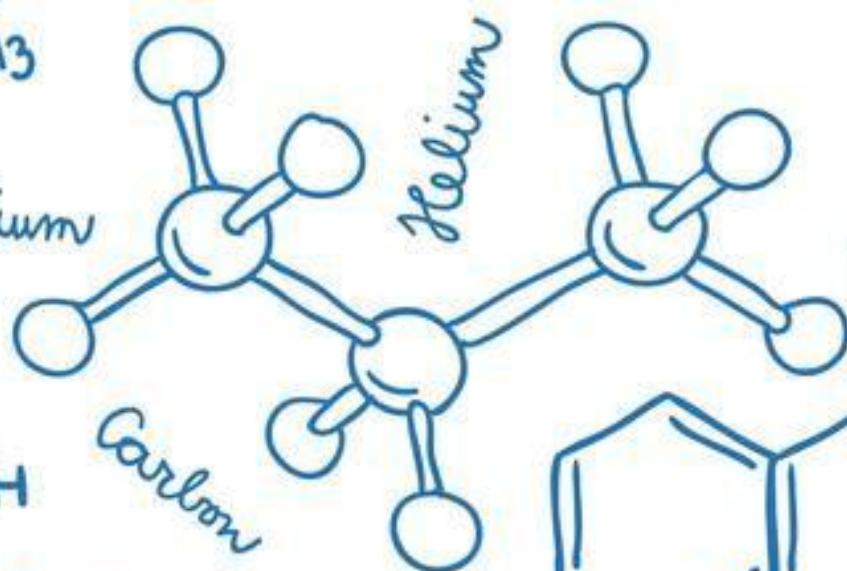
La nomenclatura degli acidi carbossilici usa la desinenza -oico e la radice della catena più lunga contenente il gruppo carbonilico. I composti con due gruppi carbossilici prendono la desinenza -dioico (o -dicarbossilico).

Formula	Nome sistematico	Nome comune
HCOOH	Acido metanoico	Acido formico
CH <sub>3</sub> COOH	Acido etanoico	Acido acetico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Acido propanoico	
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	Acido ottadecanoico	Acido stearico
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCOOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Acido 2-idrossipropanoico	Acido lattico
CH <sub>2</sub> =CHCOOH	Acido propenoico	Acido acrilico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	Acido (Z)-9-ottadecenoico	Acido oleico
	Acido benzencarbossilico	Acido benzoico
	Acido o-idrossibenzencarbossilico	Acido salicilico
HOOC-CH <sub>2</sub> -COOH	Acido propandioico	Acido malonico
HOOC-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -COOH	Acido butandioico	Acido succinico

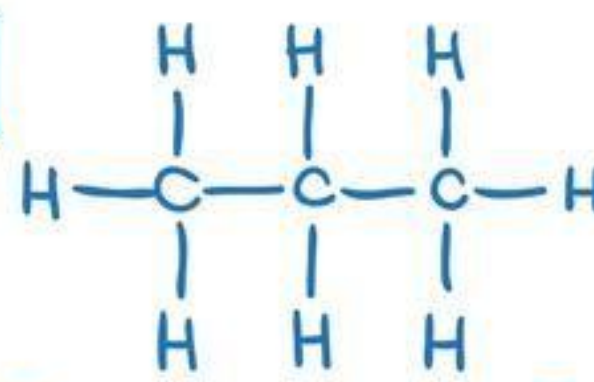
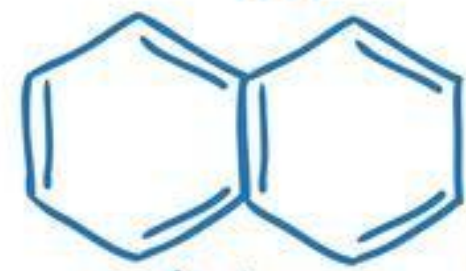
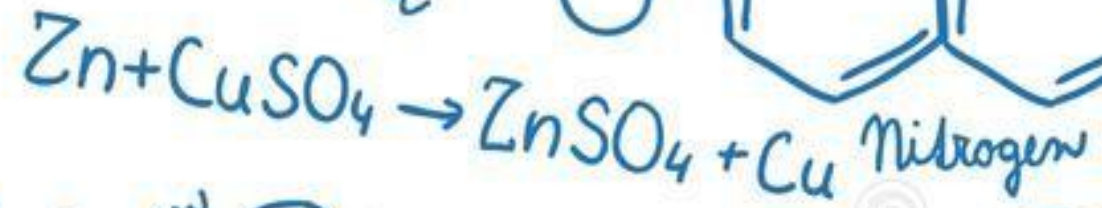
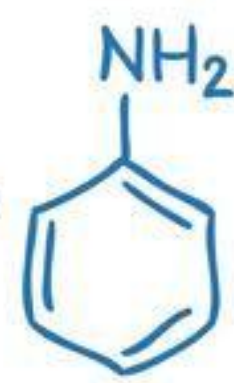
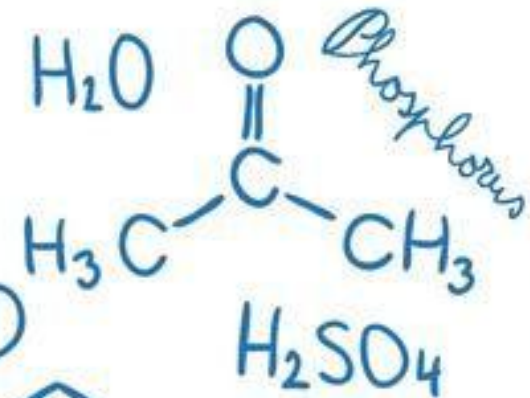




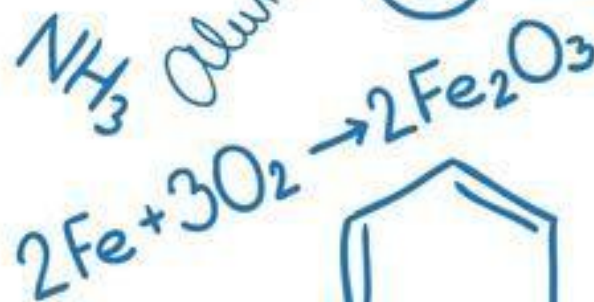
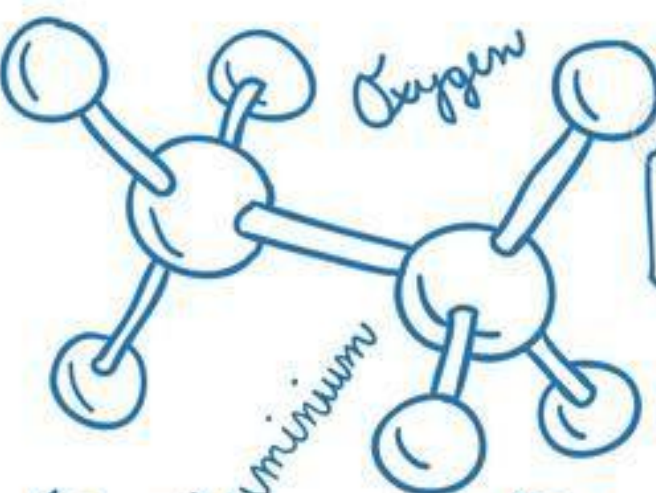
Titanium



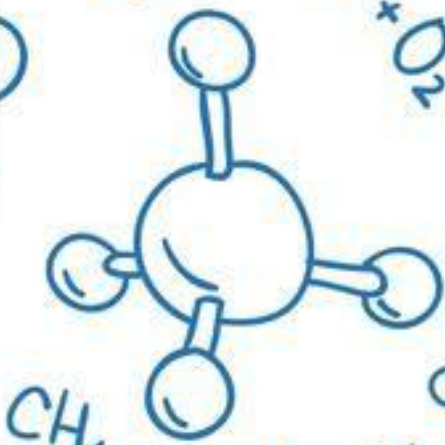
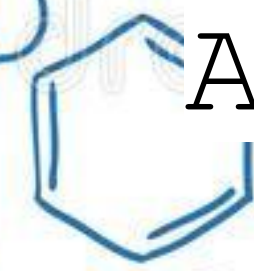
Carbon



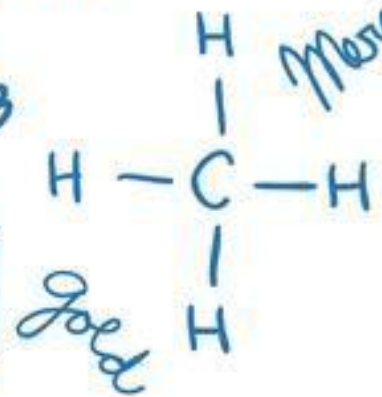
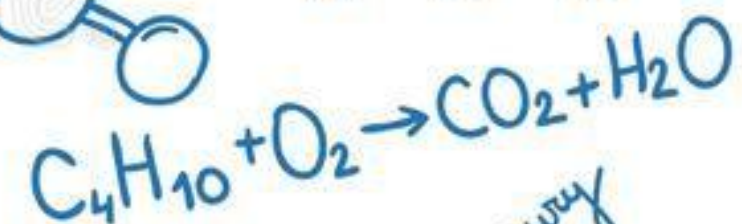
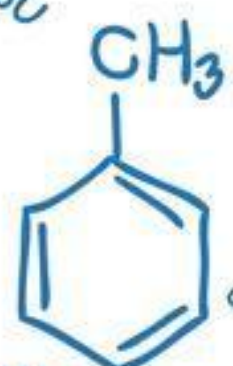
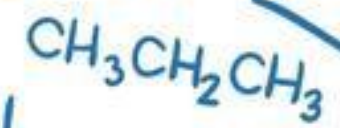
# AMMINE



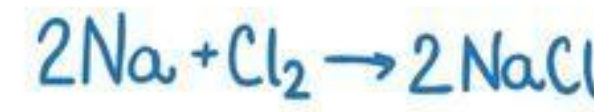
Chlorine



NaCl



Gold



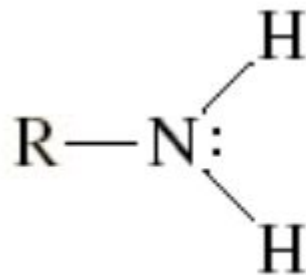
Mercury



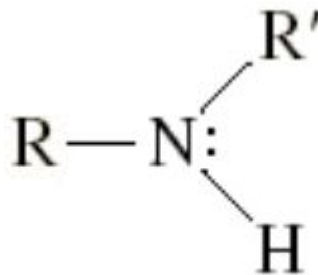
# Ammine

Le ammine possono essere considerate dei **derivati organici dell'ammoniaca** ( $\text{NH}_3$ ) dove uno o più atomi di idrogeno sono sostituiti da gruppi alchilici ( R- ) o arilici ( Ar- ).

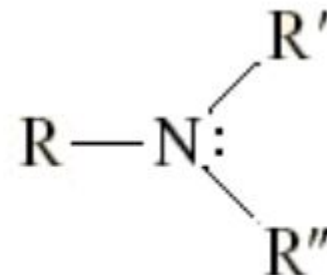
- **Alcune vitamine sono ammine** da, qui deriva il loro nome, “vital ammine”, ammine vitali
- Vengono definite primarie, secondarie e terziarie a seconda di quanti atomi di H sono stati sostituiti



Ammina primaria



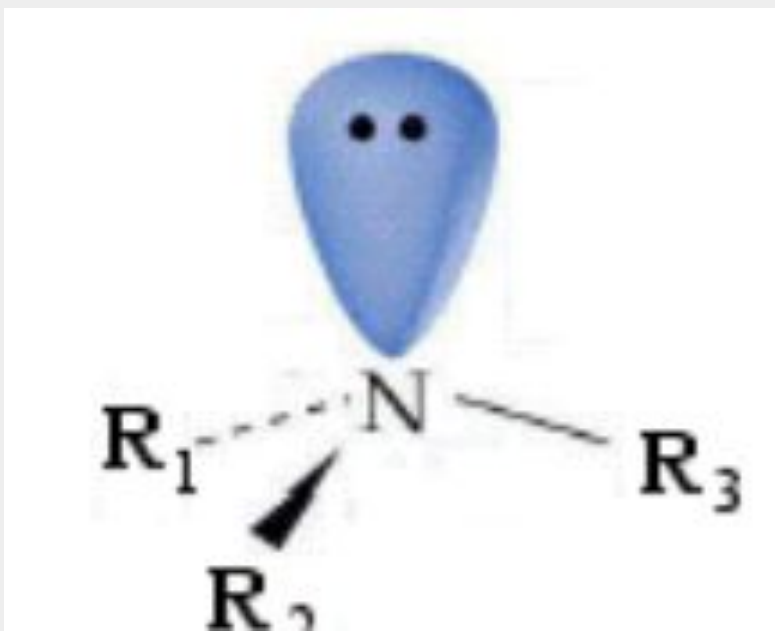
Ammina secondaria



Ammina terziaria

# Ammine

- **Ammine alifatiche** o alchilammine: Azoto è legato solo a residui alifatici (ed eventualmente ad atomi di Idrogeno, ovviamente)
- **Ammine aromatiche** o arilammine: Azoto è legato almeno ad un sostituyente aromatico
- **Ammine eterocicliche**: Azoto fa parte di un ciclo alifatico o aromatico

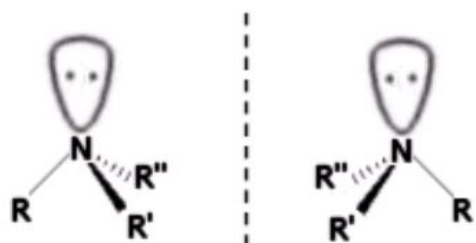
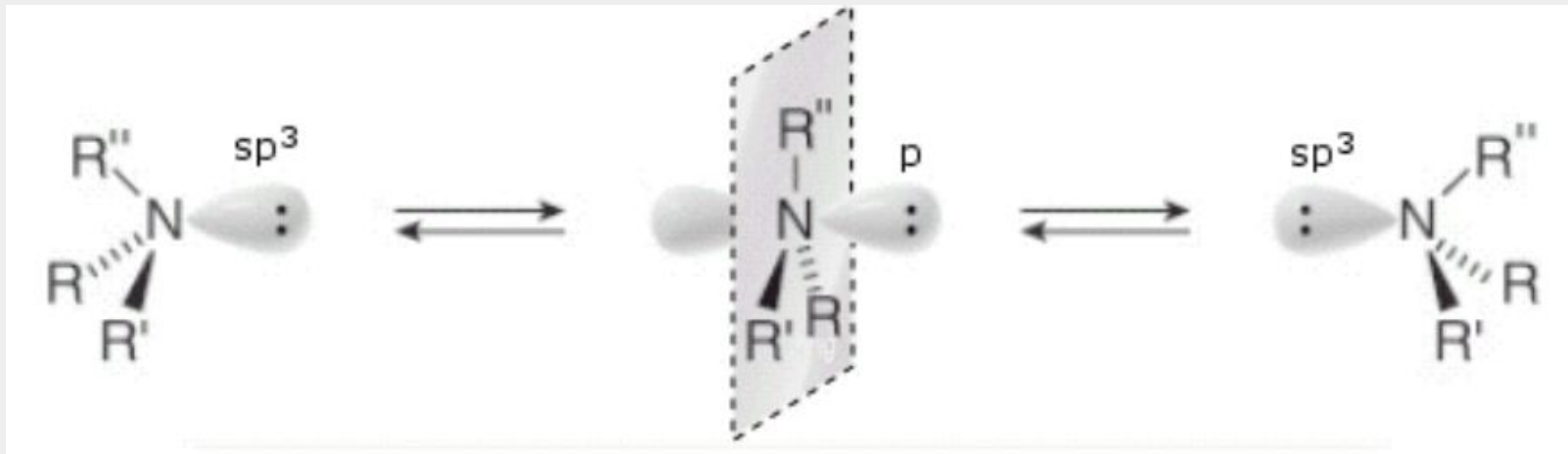


Ricordate certamente la struttura dell'ammoniaca e quindi immaginiamo bene quella delle ammine. Abbiamo un atomo di N ibridato  $sp^3$  con il doppietto elettronico solitario



# Ammine

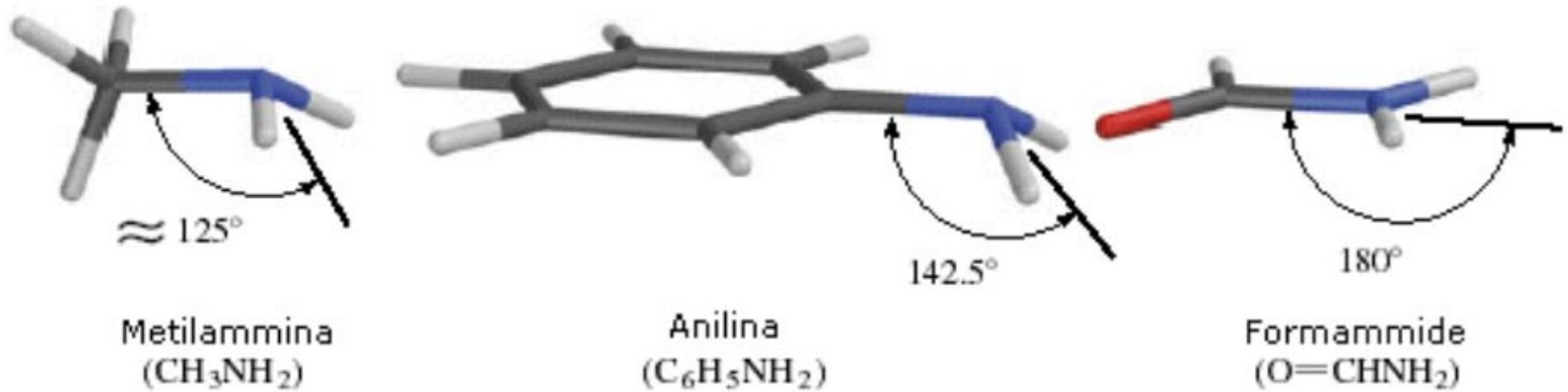
Le ammine 3°, **che hanno tre sostituenti diversi**, hanno un **centro chirale** costituito dall'azoto. Pur essendo chirali **non presentano tuttavia proprieta' ottiche**, questo a causa del fatto che **l'inversione del centro chirale**, e quindi il passaggio da un enantiomero all'altro avviene rapidamente, parafrasando i due enantiomeri sono in equilibrio (**nello stato di transizione N e' ibridato  $sp^2$** )



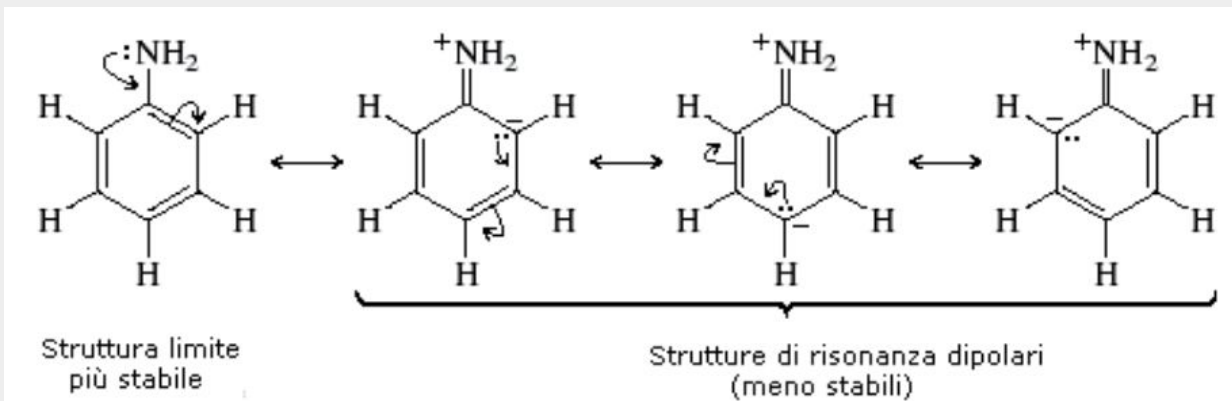
Enantiomeri

Nonostante l'azoto amminico sia ibridato  $sp^3$  gli angoli di legame nelle ammine non sono esattamente di  $109,5^\circ$ . Nella Metilammina, ad esempio, l'angolo H-N-H è leggermente inferiore ( $\sim 106^\circ$ ), mentre l'angolo C-N-H è leggermente più elevato ( $112^\circ$ ).

# Ammine



L'**Anilina** come si vede è ancora più **schacciata** , in partica N ha una ibridazione che e' una **via di mezzo fra  $sp^3$  ed  $sp^2$**



# Ammine

Possiamo ben immaginare che le ammine, a causa della **differenza di elettronegatività fra N e C sono polari**, questo influenza le temperature di ebollizione e la solubilità in acqua:

- **ammine terziarie temp ebollizione inferiori perché possono solo accettare legami ad idrogeno**
- **ammine fino a 6-7 atomi di C sono solubili in acqua**



**Propano**

$$\mu = 0 \text{ D}$$

$$T_{\text{eb}} = -42^\circ\text{C}$$



**Etilammina**

$$\mu = 1.2 \text{ D}$$

$$T_{\text{eb}} = 17^\circ\text{C}$$



**Etanolo**

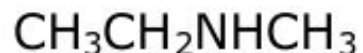
$$\mu = 1.7 \text{ D}$$

$$T_{\text{eb}} = 78^\circ\text{C}$$



**Propilammina**

$$T_{\text{eb}} = 50^\circ\text{C}$$



**N-Etilmetilammina**

$$T_{\text{eb}} = 34^\circ\text{C}$$



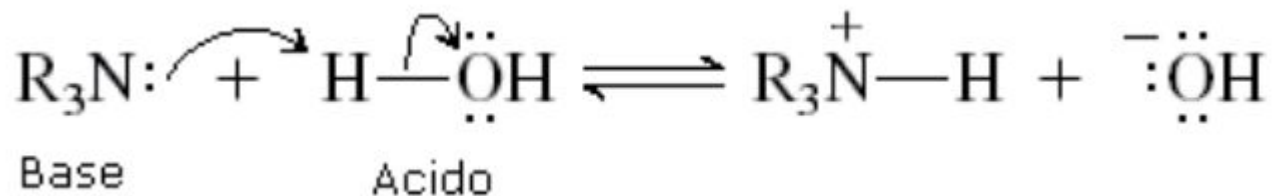
**Trimetilammina**

$$T_{\text{eb}} = 3^\circ\text{C}$$



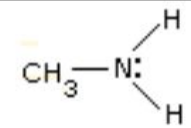
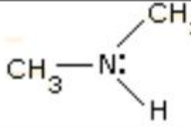
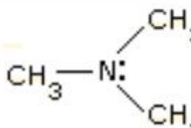
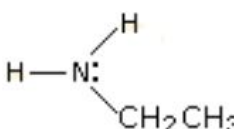
# Ammine

**Le ammine sono avviamente debolmente basiche**



**Le ammine 2° sono leggermente più basiche di quelle primarie, mentre per le ammine 3° c'è un'inversione di tendenza a causa dell'effetto scudo dei 3 sostituenti, il cui ingombro sterico diminuisce anche l'effetto di solvatazione dell'acqua sullo ione alchilammonio, rendendolo meno stabile.**

Le ammine si nominano citando in ordine alfabetico il nome dei radicali legati all'azoto, seguiti dalla desinenza -ammina.

$\text{CH}_3\text{NH}_2$		Metilammina (Metanammina) (Ammionometano)
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$		Dimetilammina (Dimetanammina)
$(\text{CH}_3)_3\text{N}$		Trimetilammina (Trimetanammina)
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$		Etilammina (Etanammina) (Ammioetano)