

Introduzione alle molecole organiche e ai gruppi funzionali

Caratteristiche distintive di un composto organico

Gruppi funzionali

- Un gruppo funzionale è rappresentato da un atomo o gruppo di atomi con proprietà chimiche e fisiche tipiche.

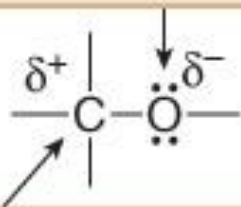
E' la parte reattiva della molecola.

Queste caratteristiche strutturali distinguono una molecola organica da un'altra; determinano inoltre la geometria, le proprietà fisiche e la reattività della molecola.

- La maggior parte delle molecole organiche hanno legami C—C e C—H, ma molte molecole organiche hanno anche altre caratteristiche strutturali:
 - **Eteroatomi**— Atomi diversi dal carbonio o idrogeno.
 - **Legami π** — I legami π più comuni sono presenti nei doppi legami C—C e C—O.

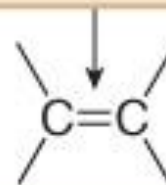
- **Gli eteroatomi hanno coppie solitarie e creano sul carbonio siti carenti di elettroni.**
- **I legami π si rompono facilmente nelle reazioni chimiche. Un legame π fa della molecola una base e un nucleofilo.**

The lone pairs make O a base and a nucleophile.



electron-deficient C

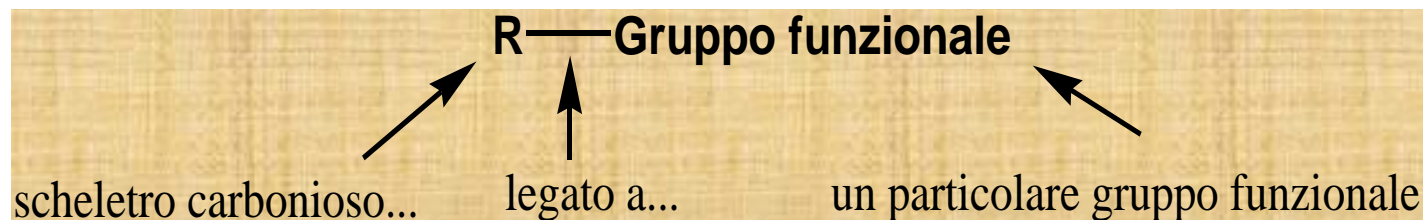
The π bond makes a compound a base and a nucleophile.



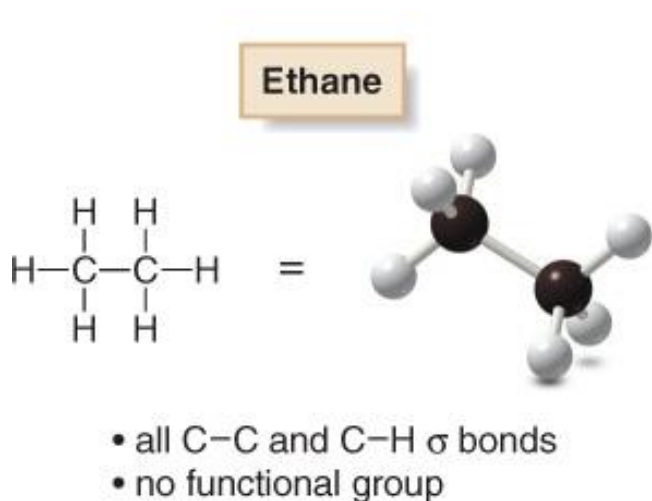
The π bond is easily broken.

Non bisogna comunque pensare che i legami C—C e C—H siano privi di importanza. Essi formano la **spina dorsale carboniosa** o lo **scheletro** al quale sono legati i gruppi funzionali.

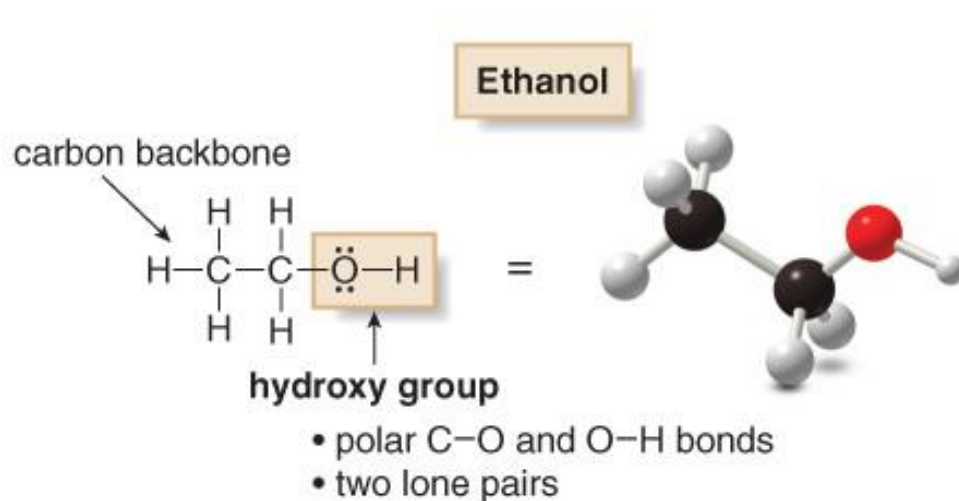
Un gruppo funzionale solitamente si comporta allo stesso modo sia quando è legato ad una catena carboniosa di pochi C o di molti C. Per questo spesso si abbrevia la porzione della molecola composta da C e H con la lettera R e la si disegna legata ad un gruppo funzionale



- **Etano**: ha solo legami C—C e C—H, quindi non ha gruppi funzionali. L'etano non ha legami polari, nessuna coppia solitaria, e nessun legame π , quindi **non ha siti reattivi**. Per questi motivi, l'etano e molecole simili sono molto poco reattive.
- **Etanolo**: ha un gruppo OH (**idrossile** o **idrossi**) nel suo scheletro carbonioso con coppie solitarie e legami polari che lo rendono reattivo con una grande varietà di reagenti.



alcano



alcool

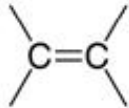
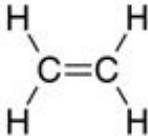

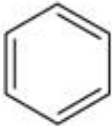
Una rassegna dei gruppi funzionali

Possiamo suddividere i gruppi funzionali più comuni in tre categorie:

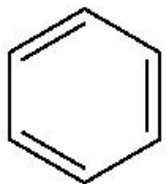
- ❖ **Idrocarburi**
- ❖ **Composti contenenti un legame σ C-Z**
(*Z = elemento elettronegativo*)
- ❖ **Composti contenenti un gruppo carbonilico C=O**

Idrocarburi

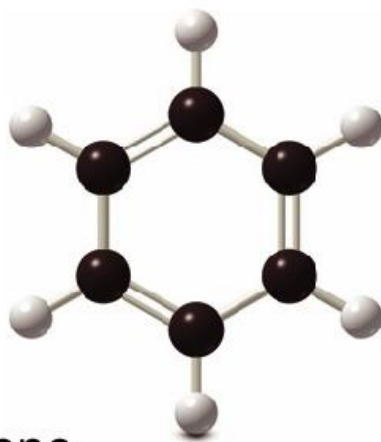
Gli idrocarburi sono composti costituiti solamente dagli elementi carbonio e idrogeno. Possono essere **alifatici** (lineari e ciclici) o **aromatici**.

Type of compound	General structure	Example	Functional group
Alkane	$R-H$	CH_3CH_3	--
Alkene			double bond
Alkyne	$-C\equiv C-$	$H-C\equiv C-H$	triple bond
Aromatic compound			phenyl group

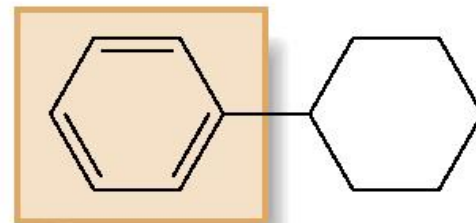
- Gli idrocarburi aromatici sono chiamati così perchè molti dei primi composti aromatici conosciuti avevano un tipico odore forte.
- L'idrocarburo aromatico più semplice è il benzene. L'anello a sei termini e i tre legami π del benzene costituiscono un unico gruppo funzionale.
- Quando un anello benzenico si lega a un altro gruppo, viene chiamato **gruppo fenile**.



=



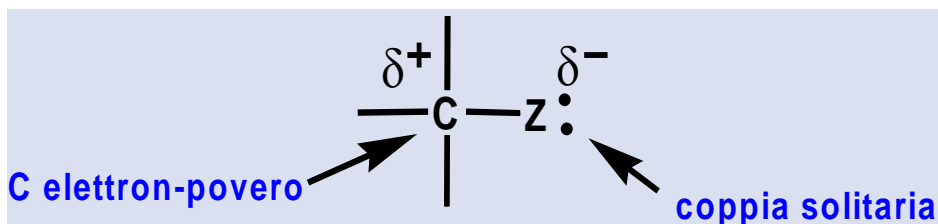
benzene
molecular formula C_6H_6









phenyl group
 C_6H_5-
phenylcyclohexane

Composti contenenti legami σ C-Z

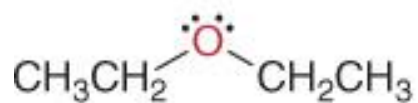
L'eteroatomo elettronegativo Z crea un legame polare con il C carente di elettroni. Le coppie solitarie su Z sono disponibili a reagire con i protoni ed altri elettrofili, specialmente se $Z = \text{N}, \text{O}$.



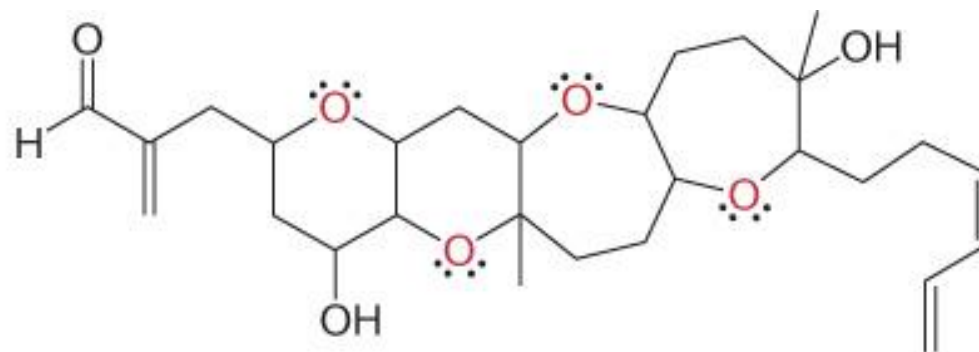
Compounds Containing C-Z σ Bonds

Type of compound	General structure	Example	3-D structure	Functional group
Alogenuri alchilici	$R-\ddot{X}:$ (X = F, Cl, Br, I)	$CH_3-\ddot{Br}:$		-X halo group
Alcoli	$R-\ddot{O}H$	$CH_3-\ddot{O}H$		-OH hydroxy group
Eteri	$R-\ddot{O}-R$	$CH_3-\ddot{O}-CH_3$		-OR alkoxy group
Ammine	$R-\ddot{N}H_2$ or $R_2\ddot{N}H$ or $R_3\ddot{N}$	$CH_3-\ddot{N}H_2$		-NH₂ amino group
Tioli	$R-\ddot{S}H$	$CH_3-\ddot{S}H$		-SH mercapto group
Tioeteri	$R-\ddot{S}-R$	$CH_3-\ddot{S}-CH_3$		-SR alkylthio group

Esempi di Molecole contenenti legami σ C-Z



diethyl ether

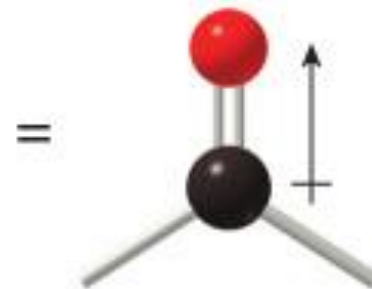
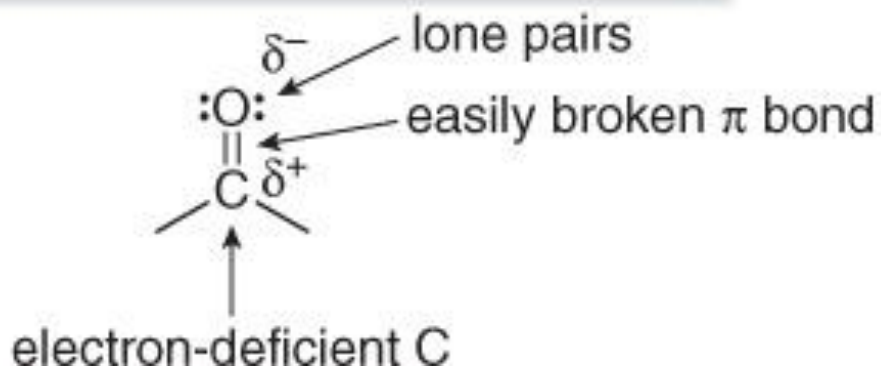








hemibrevetoxin B

Composti contenenti il gruppo C=O

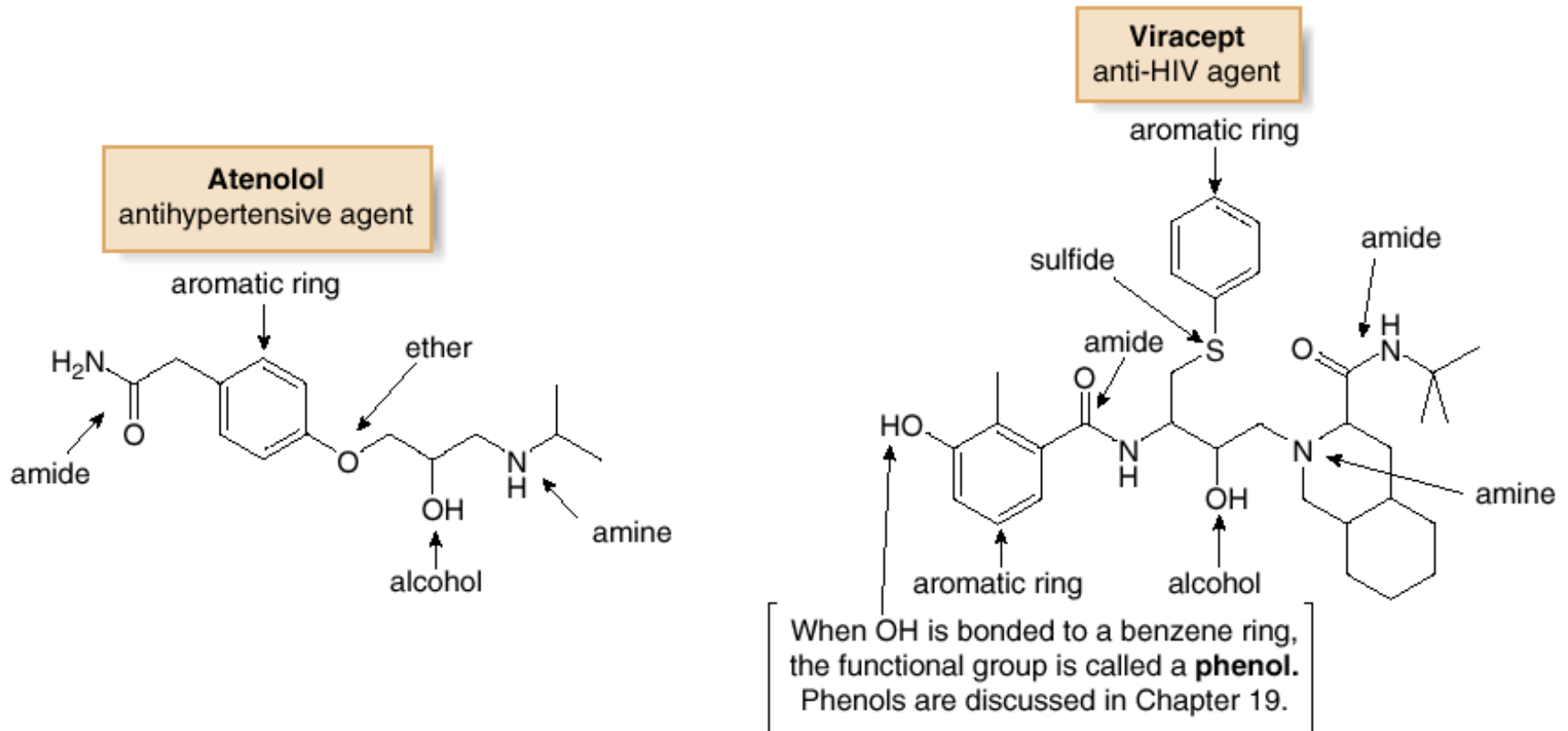
- Questo gruppo è chiamato “**gruppo carbonilico**”.
- Il legame polare C—O rende il carbonio carbonilico un elettrofilo, mentre le coppie solitarie sull'O gli permettono di reagire come un nucleofilo e come una base.
- Il gruppo carbonilico contiene inoltre un legame π che si rompe più facilmente di un legame σ C—O.

Reactive features of a carbonyl group



Type of compound	General structure	Example	3-D structure	Functional group
Aldeidi	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$		C=O carbonyl group
Chetoni	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$		C=O carbonyl group
Acidi carbossilici	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{H} \end{array}$		-COOH carboxy group
Esteri	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\ddot{\text{O}}\text{CH}_3 \end{array}$		-COOR
Ammidi	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\ddot{\text{N}}\text{H} \text{ (or R)} \\ \text{H} \text{ (or R)} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\ddot{\text{N}}\text{H}_2 \end{array}$		-CONH ₂ , -CONHR, or -CONR ₂
Cloruri acilici	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\ddot{\text{Cl}}\text{:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\ddot{\text{Cl}}\text{:} \end{array}$		-COCl

Esempi di molecole Contendenti anche il Gruppo Funzionale C=O



Un gruppo funzionale determina tutte le seguenti proprietà di una molecola:

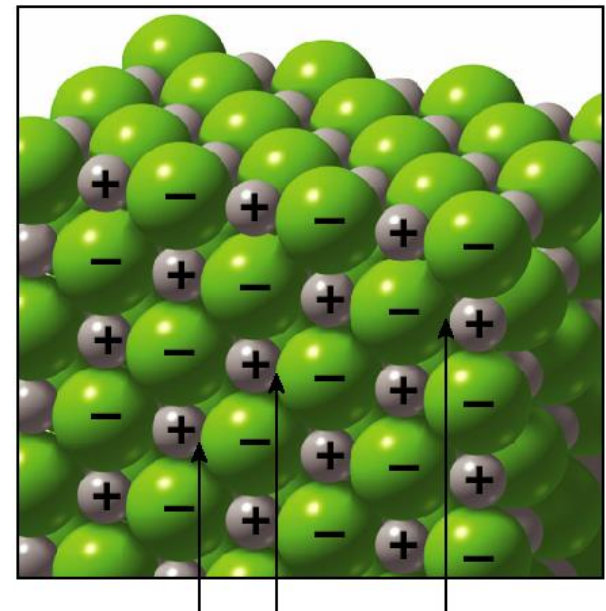
- **Legami e forma**
- **Tipo e intensità delle forze intermolecolari**
- **Proprietà fisiche**
- **Nomenclatura**
- **Reattività chimica**

Forze intermolecolari o interazioni di non-legame

- Le forze intermolecolari sono le interazioni che esistono tra le molecole. Un gruppo funzionale determina il tipo e l'intensità di queste interazioni.

- I composti ionici contengono particelle con carica di segno opposto, tenute insieme da **interazioni elettrostatiche estremamente forti**. Queste interazioni ioniche sono molto più intense delle forze intermolecolari presenti tra le molecole covalenti.

Ion-ion interactions



strong electrostatic interaction

- **La natura delle forze esistenti tra le molecole covalenti dipende dal gruppo funzionale presente. Ci sono tre tipi diversi di interazione, elencati di seguito in ordine di intensità crescente:**
 - **forze di van der Waals**
 - **interazione dipolo-dipolo**
 - **legame a idrogeno**

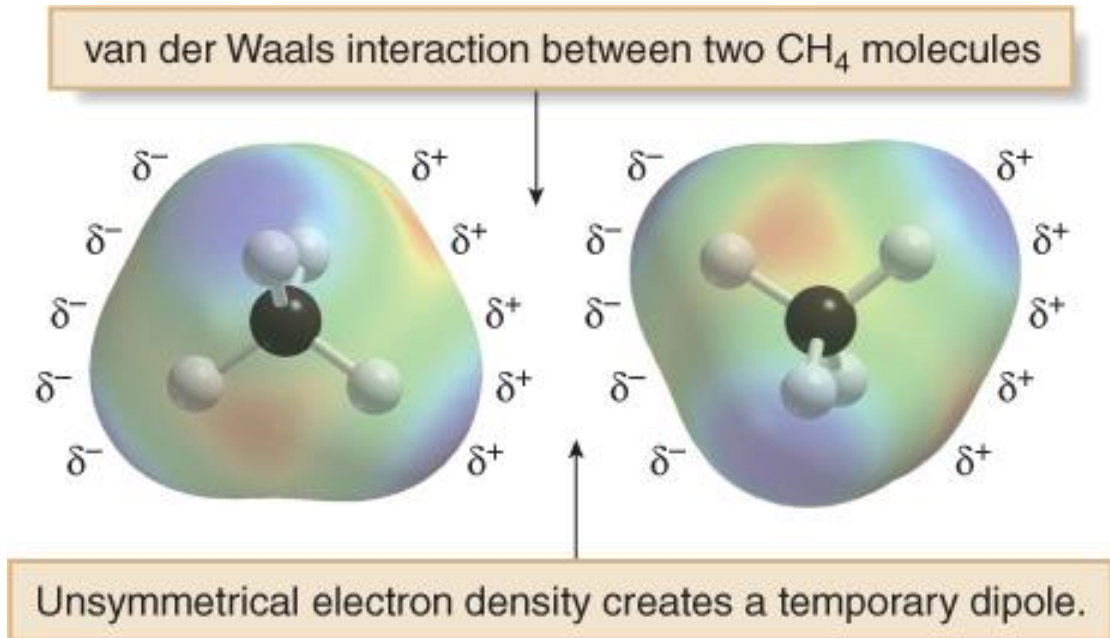
Forze di van der Waals

- Sono interazioni deboli causate da **variazioni momentanee nella densità elettronica di una molecola**. Sono le sole forze attrattive presenti in composti non polari.

Le forze di van der Waals sono anche chiamate **forze di London**

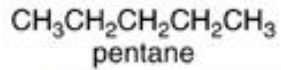
Benché una molecola di CH_4 non abbia un dipolo netto, in qualsiasi istante la sua densità elettronica può non essere completamente simmetrica, creando un dipolo temporaneo. Ciò può indurre un dipolo temporaneo in un'altra molecola.

Le interazioni deboli di questi dipoli temporanei costituiscono le forze di van der Waals.

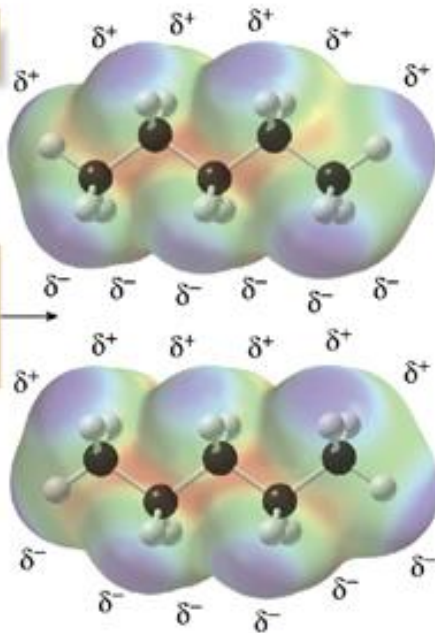


- Tutti i composti presentano forze di van der Waals.
- L'area della superficie di una molecola determina l'intensità delle interazioni di van der Waals tra le molecole. **Più l'area della superficie è ampia, più la forza attrattiva tra due molecole è estesa, e più le forze intermolecolari sono intense.**

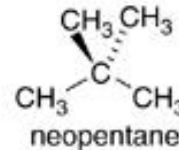
A long, cylindrical molecule



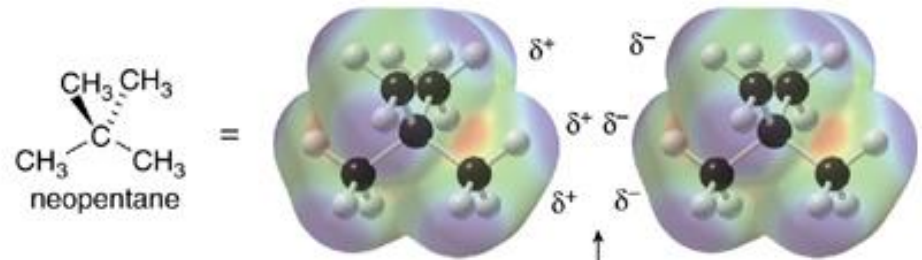
larger surface area
stronger van der Waals
interactions



A compact, spherical molecule

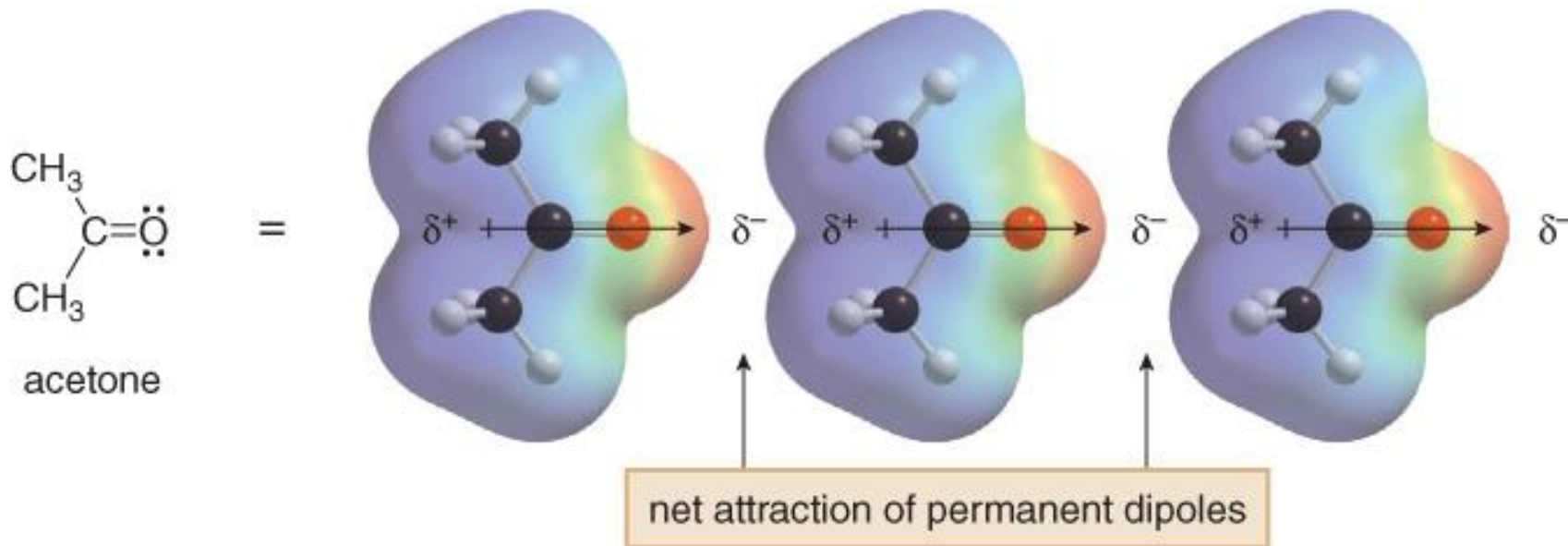


smaller surface area
weaker van der Waals interactions



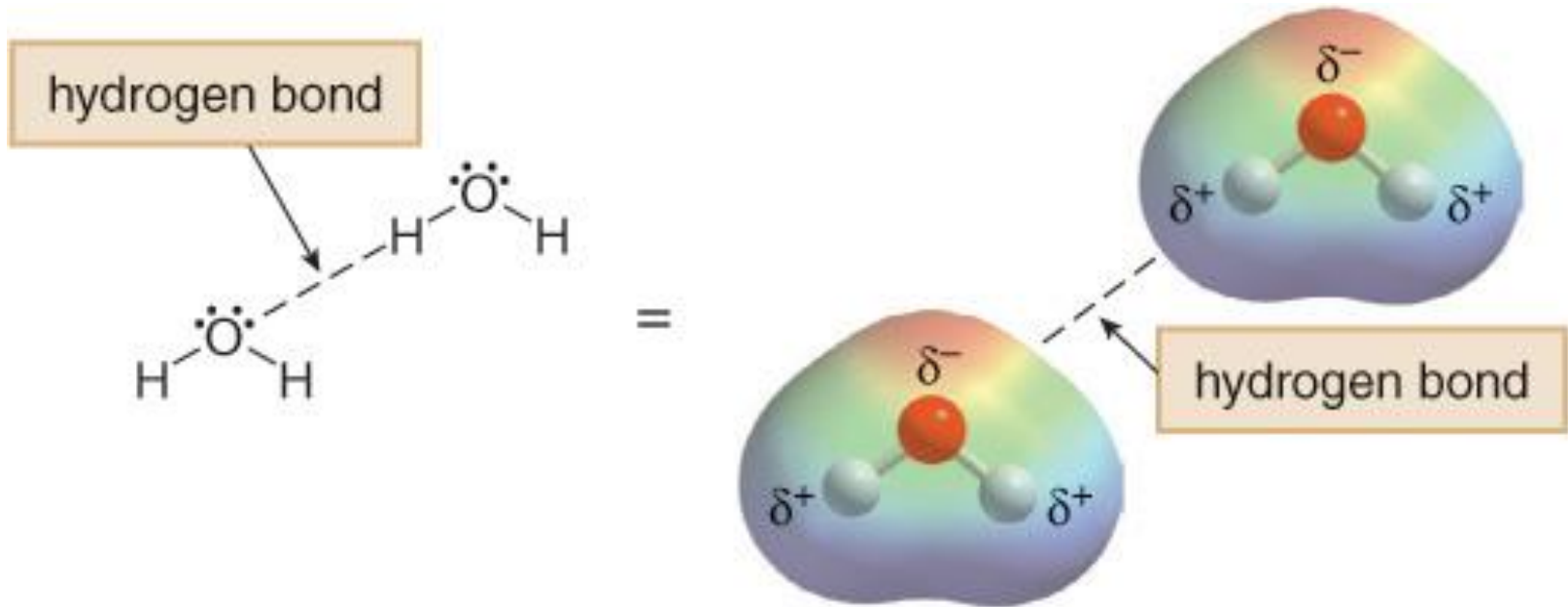
Interazioni dipolo-dipolo

- Le **interazioni dipolo-dipolo** sono le forze di attrazione tra i dipoli permanenti di due molecole polari.
- Nell'acetone i dipoli di molecole adiacenti si allineano in modo tale che le cariche parzialmente negative e parzialmente positive siano strettamente ravvicinate. Queste forze attrattive causate da dipoli permanenti sono molto più forti rispetto alle deboli forze di van der Waals.



Legame idrogeno

- Il **legame idrogeno** tipicamente si verifica quando un atomo di idrogeno legato a O, N, o F viene attratto elettrostaticamente da una coppia solitaria di elettroni su un atomo di O, N, o F di un'altra molecola.

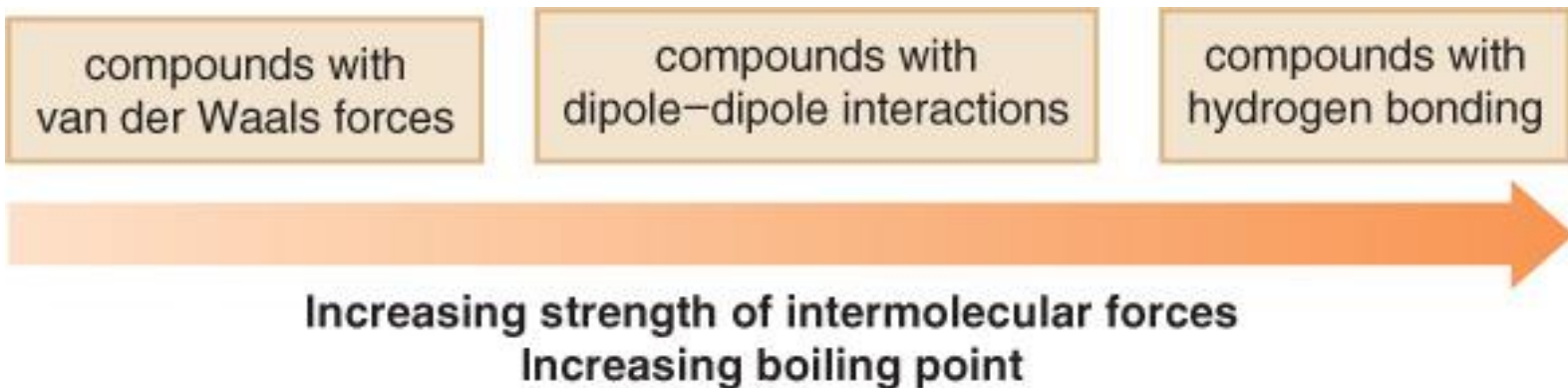


Punto di ebollizione (pe)

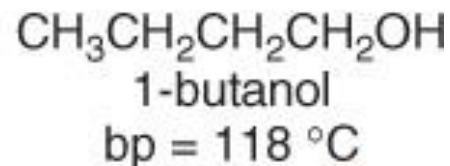
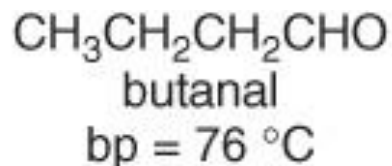
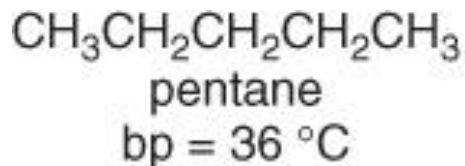
Il **punto di ebollizione di un composto è la temperatura alla quale un liquido si converte in fase vapore**; mentre il liquido bolle, serve energia per superare le forze attrattive nello stato liquido più ordinato

❖ Più intense sono le forze intermolecolari, più il punto di ebollizione è alto

Per composti che hanno approssimativamente lo stesso peso molecolare



Considerare l'esempio seguente. Ricordare che l'intensità relativa delle forze intermolecolari aumenta dal pentano al butanale, all'1-butanol. I punti di ebollizione di questi composti aumentano nello stesso ordine.



**Increasing strength of intermolecular forces
Increasing boiling point**

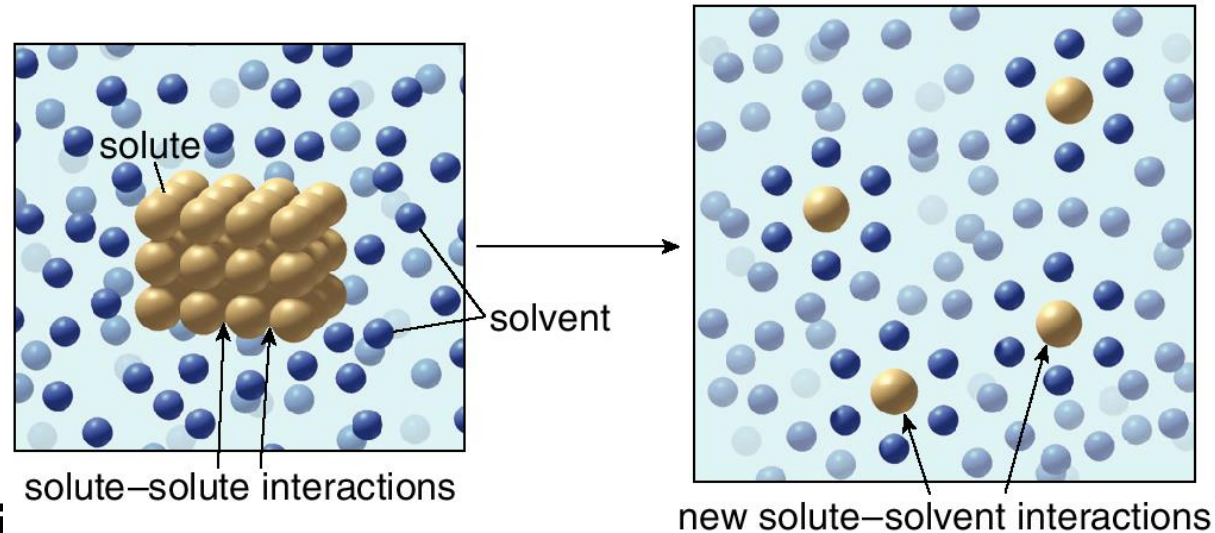
Punto di fusione (pf)

Il punto di fusione è la temperatura alla quale un solido si converte nella sua fase liquida; mentre fonde, serve energia per superare le forze attrattive presenti nel solido cristallino più ordinato

- ❖ **Più intense sono le forze intermolecolari, più il punto di fusione è alto.**
- ❖ **Per uno stesso gruppo funzionale, più il composto è simmetrico, più il punto di fusione è alto.**

Solubilità

- La **solubilità** è la misura in cui un composto, chiamato soluto, si scioglie in un liquido, chiamato solvente.
- Nel disciogliersi di un composto, l'energia necessaria per rompere le interazioni tra le molecole o gli ioni del soluto proviene da nuove interazioni tra il soluto e il solvente.



Energy comes from the new interactions of the solute with the solvent.

I composti si disciolgono in solventi che hanno gli stessi tipi di forze intermolecolari

❖ **“Il simile scioglie il suo simile”**

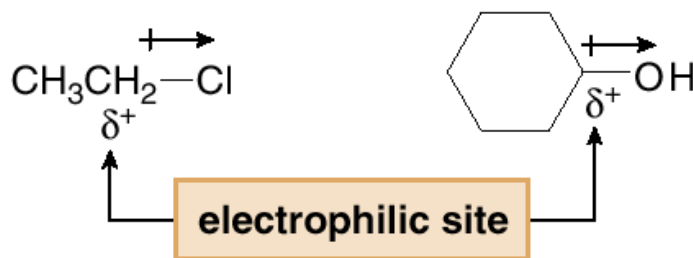
❖ **Composti polari si sciolgono in solventi polari. Composti non polari o debolmente polari si sciolgono in solventi non polari o debolmente polari .**

Gruppi funzionali e reattività

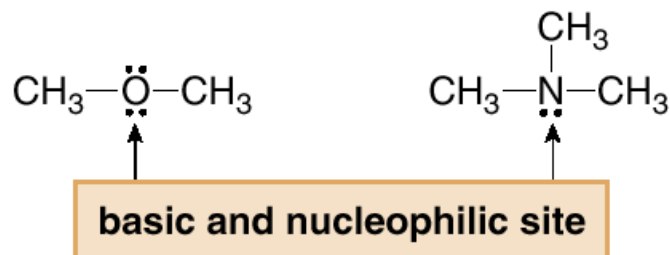
❖ Siti elettron-ricchi reagiscono con siti elettron-poveri.

*Tutti i gruppi funzionali contengono un eteroatomo, un legame π bond o entrambi, e queste caratteristiche creano in una molecola siti **elettron-poveri** (o **elettrofili**) e siti **elettron-ricchi** (o **nucleofili**). Le molecole reagiscono in questi siti.*

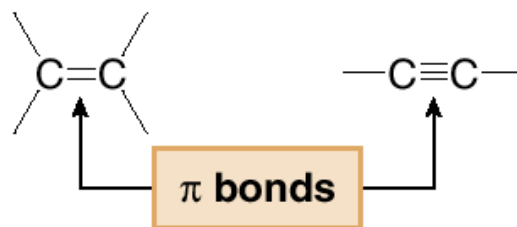
- An electronegative heteroatom like N, O, or X makes a carbon atom *electrophilic*.



- A lone pair on a heteroatom makes it basic and nucleophilic.



- π Bonds create *nucleophilic* sites and are more easily broken than σ bonds.



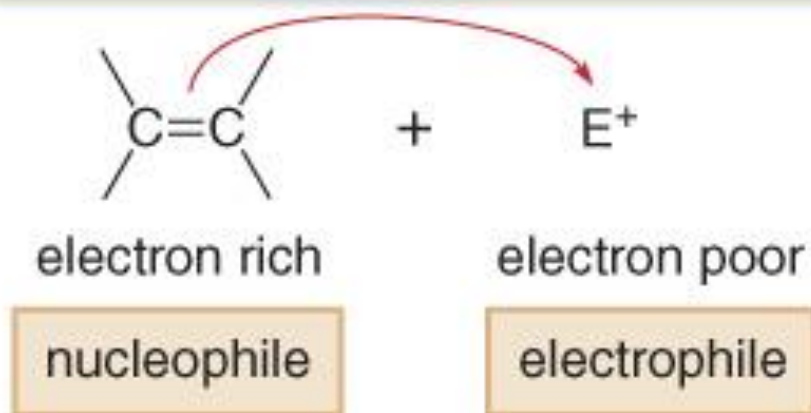
❖ **Centri nucleofili reagiscono con centri elettrofili.**

- Un atomo di carbonio elettron-povero reagisce con un nucleofilo, rappresentato nelle reazioni con il simbolo :Nu^- .

• Un atomo di carbonio elettron-ricco reagisce con un elettrofilo, rappresentato nelle reazioni con il simbolo E^+ .

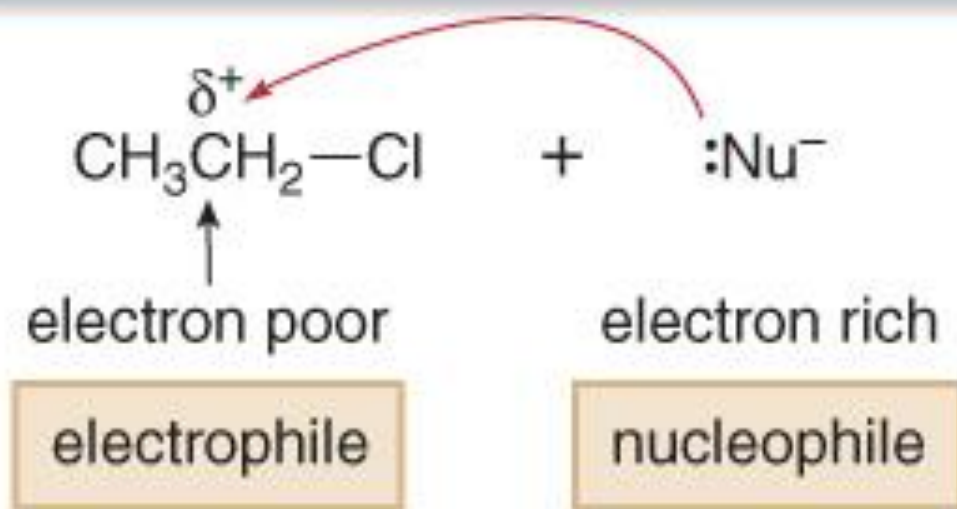
Per esempio, gli alcheni contengono un doppio legame C=C, ricco di elettroni, e perciò reagiscono con elettrofili E⁺.

Alkenes react with electrophiles.

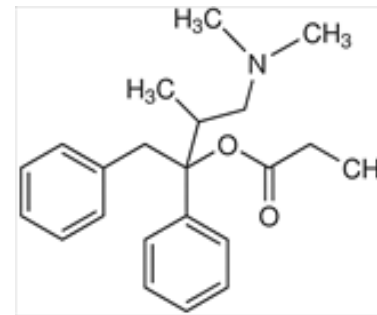
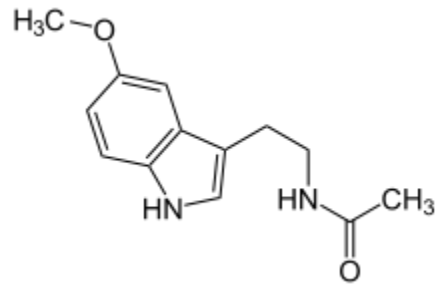
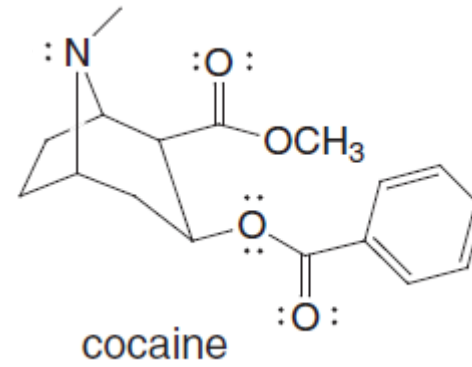
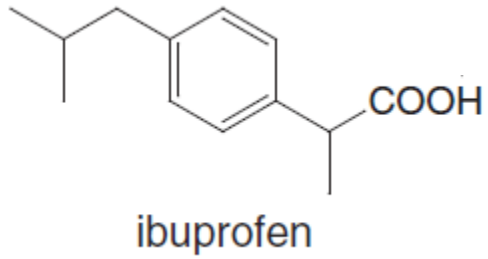


Gli alogenuri alchilici possiedono un atomo di carbonio elettrofilo, quindi reagiscono con centri elettron-ricchi, nucleofili.

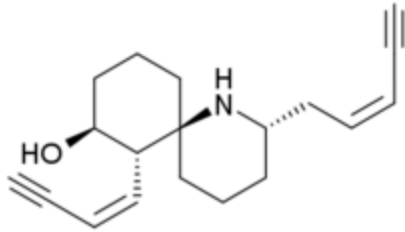
Alkyl halides react with nucleophiles.



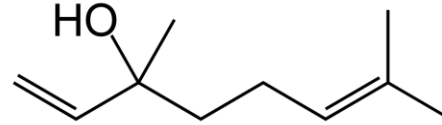
Individua i gruppi funzionali



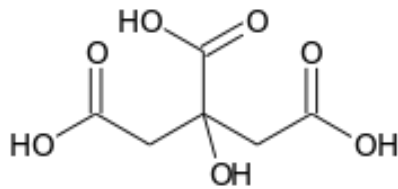
Individua i gruppi funzionali



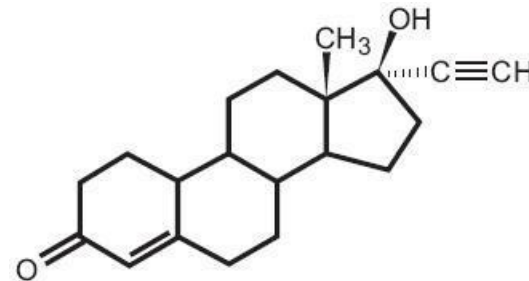
istrionicotossina



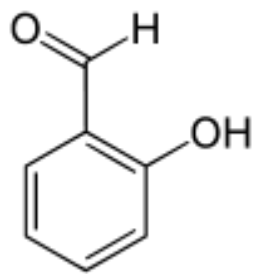
linalolo



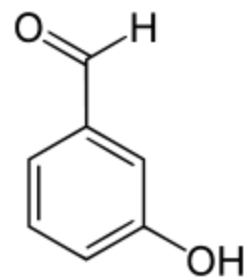
acido citrico



noretindrone



A



B

**Perchè B è più
solubile di A in
acqua?**