

ZANICHELLI

Vito Posca, Tiziana Fiorani

Chimica più .verde

ZANICHELLI

Capitolo 20

I derivati degli idrocarburi

ZANICHELLI

Sommario

1. I derivati degli idrocarburi contengono gruppi funzionali
2. Gli alcoli contengono il gruppo funzionale ossidrilico
3. I punti di ebollizione e la solubilità degli alcoli dipendono dai legami a idrogeno
4. La principale reazione degli alcoli è l'ossidazione
5. Le aldeidi e i chetoni contengono il gruppo funzionale carbonile
6. I punti di ebollizione e la solubilità dei composti carbossilici dipendono dalla polarità del carbonile
7. Le principali reazioni delle aldeidi e dei chetoni sono ossidazione e riduzione

Sommario

8. Gli acidi carbossilici contengono il gruppo funzionale carbossile
9. Le proprietà fisiche e chimiche degli acidi carbossilici dipendono dal gruppo -OH
10. Gli acidi carbossilici reagiscono con le basi
11. Gli esteri contengono il gruppo funzionale estereo
12. Le ammidi contengono il gruppo funzionale ammidico
13. Le ammine possono essere primarie, secondarie o terziarie
14. I polimeri sono macromolecole formate da monomeri

I derivati degli idrocarburi contengono gruppi funzionali

I **derivati degli idrocarburi** sono composti organici che derivano dagli idrocarburi per sostituzione di uno o più atomi di idrogeno con atomi o gruppi atomici diversi, detti **gruppi funzionali**.



Gli alcoli contengono il gruppo funzionale ossidrilico

Gli **alcoli** sono derivati degli idrocarburi caratterizzati dalla presenza del gruppo funzionale idrossido o ossidrilico -OH .

Agli alcoli corrisponde la **formula molecolare** generale:



dove R è un gruppo alchilico a catena aperta saturo.

Il **nome** secondo le regole IUPAC è costituito dal nome dell'alcano corrispondente in cui la desinenza -o è sostituita dal suffisso -o/o.

Gli alcoli contengono il gruppo funzionale ossidrilico

Alcuni alcoli sono noti con il nome tradizionale, costituito dal termine *alcol* e il nome dell'alcano con suffisso *-ilico*:

| | | |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| | $\text{CH}_3\text{—OH}$ | $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ |
| <i>nome IUPAC</i> | metanolo | etanolo |
| <i>nome comune</i> | alcol metilico | alcol etilico |

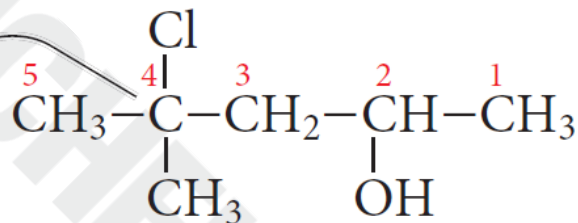
A partire dal terzo termine della serie (propanolo) si verifica l'**isomeria di posizione**:

| | | |
|---------------------------------|--|--|
| $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ | $\overset{3}{\text{CH}_3}\text{—}\overset{2}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{1}{\text{CH}_2}\text{—OH}$ | $\overset{3}{\text{CH}_3}\text{—}\overset{2}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}\text{—}\overset{1}{\text{CH}_3}$ |
| propanolo | 1-propanolo | 2-propanolo (alcol isopropilico) |

Gli alcoli contengono il gruppo funzionale ossidrilico

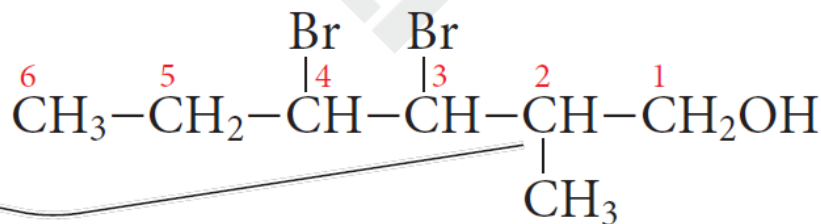
Quando sono presenti dei *sostituenti* (gruppi alchilici o atomi di alogeni), il nome dell'alcol è preceduto dal numero che indica la posizione dei sostituenti e dal loro nome:

Il cloro e il metile sono entrambi in posizione 4.



4-cloro-4-metil-2-pentanol

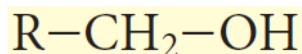
Il metile è in posizione 2 e i bromi in posizione 3 e 4.



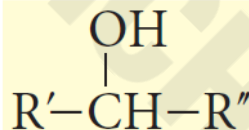
3,4-dibromo-2-metil-1-esanolo

Gli alcoli contengono il gruppo funzionale ossidrilico

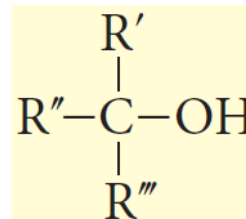
Gli **alcoli** si classificano in **primari**, **secondari** e **terziari** a seconda che il gruppo -OH sia legato nella catena carboniosa a un atomo di carbonio primario, secondario o terziario:



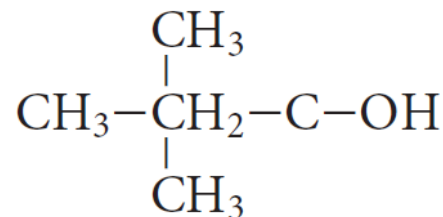
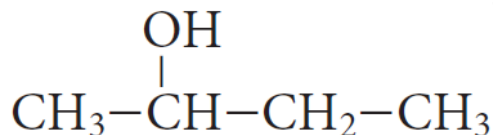
alcol primario



alcol secondario



alcol terziario

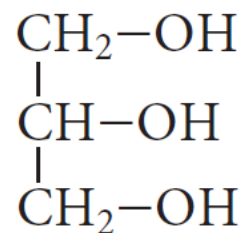


Gli alcoli contengono il gruppo funzionale ossidrile

I **polioli** o **alcoli polivalenti** sono composti che derivano dagli alcani per sostituzione di due o più atomi di idrogeno con due o più gruppi idrossido -OH.

Il più noto è l'1,2,3-propantriolo (glicerolo), con tre gruppi -OH. Reagendo con tre molecole di acidi grassi forma i **trigliceridi**, biomolecole con funzione di riserva.

È utilizzato anche per la preparazione di cosmetici e prodotti farmaceutici.



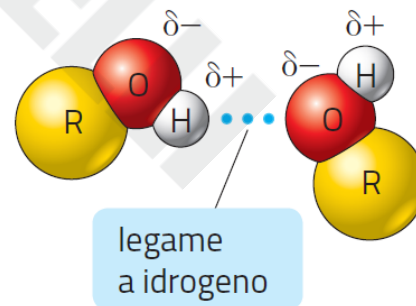
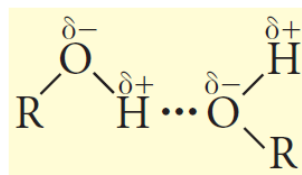
1,2,3-propantriolo
glicerolo o glicerina



I punti di ebollizione e la solubilità degli alcoli dipendono dai legami a idrogeno

A temperatura ambiente, i primi dodici termini della serie sono allo stato liquido, i termini superiori allo stato solido.

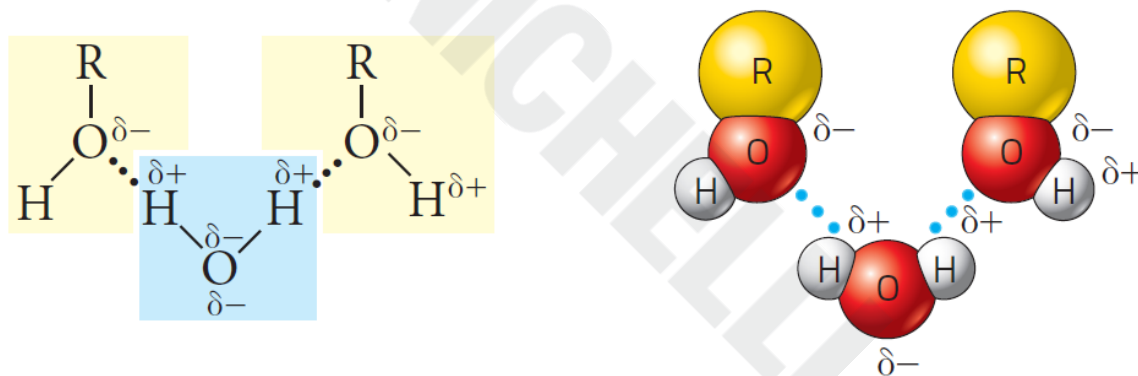
- L'elevata differenza di elettronegatività tra O e H del gruppo -OH determina la formazione di legami a idrogeno intermolecolari.



Gli alcoli hanno **punti di ebollizione** più alti degli idrocarburi con massa molecolare corrispondente.

I punti di ebollizione e la solubilità degli alcoli dipendono dai legami a idrogeno

- La presenza del gruppo idrofilo -OH permette agli alcoli di formare legami a idrogeno anche con molecole di acqua.

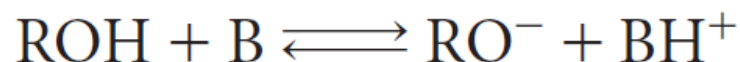


I primi tre termini della serie sono molto solubili in acqua; aumentando la massa molecolare il gruppo idrofobico (R) prevale sul gruppo idrofilo (-OH) e la **solubilità** diminuisce.

I punti di ebollizione e la solubilità degli alcoli dipendono dai legami a idrogeno

| Nome | Formula razionale | t_e (°C) | M_r | Solubilità in acqua |
|-------------|--|------------|-------|---------------------|
| metanolo | $\text{CH}_3\text{--OH}$ | 65 | 32 | molto solubile |
| etanolo | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--OH}$ | 78,5 | 46 | molto solubile |
| 1-propanolo | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$ | 97 | 60 | molto solubile |
| 1-butanolo | $\text{CH}_3\text{--(CH}_2)_2\text{--CH}_2\text{--OH}$ | 117,7 | 74 | solubile |
| 1-pentanolo | $\text{CH}_3\text{--(CH}_2)_3\text{--CH}_2\text{--OH}$ | 137,9 | 88 | poco solubile |
| 1-esanolo | $\text{CH}_3\text{--(CH}_2)_4\text{--CH}_2\text{--OH}$ | 155,8 | 102 | insolubile |

Gli alcoli (ROH) con basi forti (B) si comportano da **acidi di Brønsted-Lowry**.

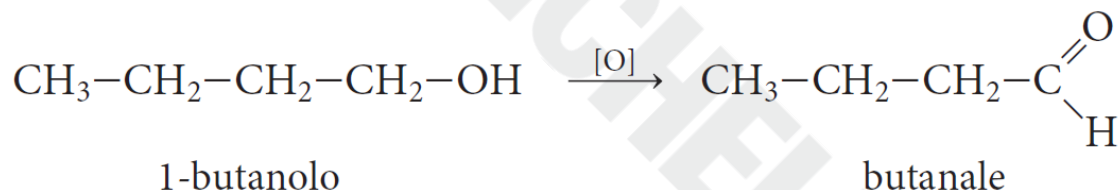
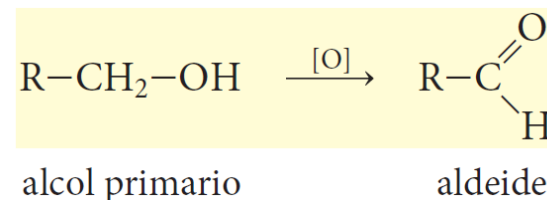


Hanno valori molto bassi di K_a : sono acidi molto deboli.

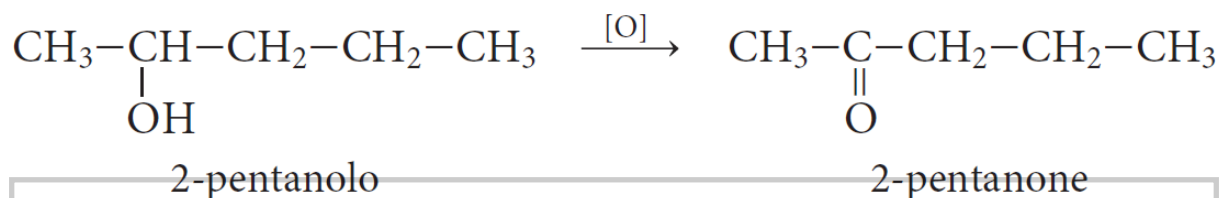
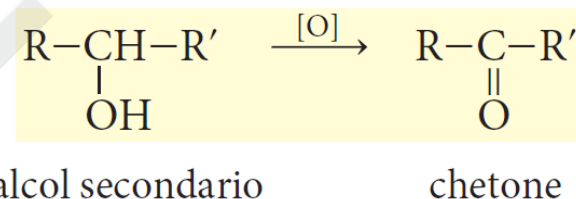
La principale reazione degli alcoli è l'ossidazione

La **reazione di ossidazione** in presenza di forti ossidanti ([O]) forma *aldeidi* e *chetoni*.

- Ossidazione di un **alcol primario**:



- Ossidazione di un **alcol secondario**:

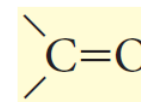


Copia riservata a lorenzo.gualtieri@studenti.gobettivolta.edu.it

Le aldeidi e i chetoni contengono il gruppo funzionale carbonile

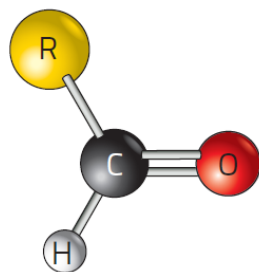
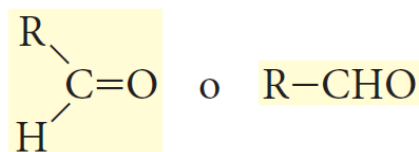
Aldeidi e chetoni sono derivati degli idrocarburi caratterizzati dalla presenza del gruppo funzionale carbonile.

Il **gruppo carbonile** o carbonilico è costituito da carbonio e ossigeno uniti da doppio legame:

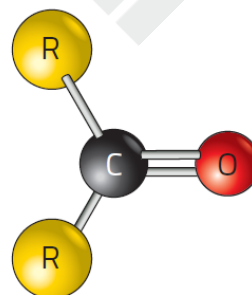


gruppo carbonile

Le **formule molecolari** generali di aldeidi e chetoni sono:



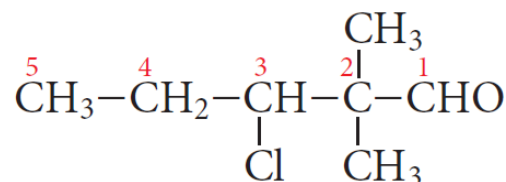
aldeide



chetone

Il **nome** delle **aldeidi** si ottiene sostituendo la desinenza -o del nome dell'alcano corrispondente con il suffisso *-ale*.

Se sono presenti sostituenti, la catena va numerata dal gruppo carbonile e i nomi specificati in *ordine alfabetico*:

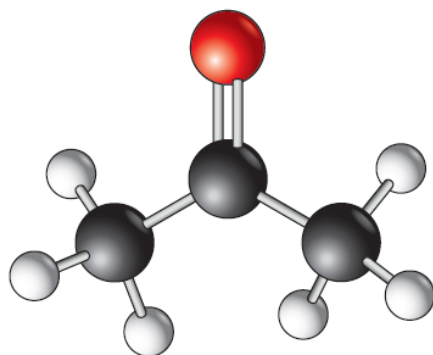


3-cloro-2,2-dimetilpentanale

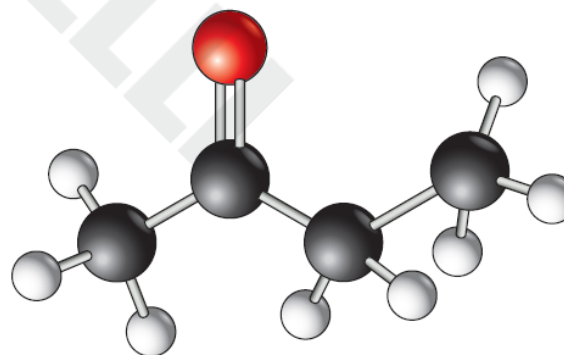
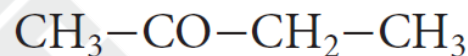
Le aldeidi e i chetoni contengono il gruppo funzionale carbonile

Il **nome** dei **chetoni** si ottiene sostituendo la desinenza -o del nome dell'alcano corrispondente con il suffisso *-one*.

Il primo termine della serie (il propanone) è noto con il nome comune di *acetone*.



propanone (o acetone)



butanone

Le aldeidi e i chetoni contengono il gruppo funzionale carbonile

A partire dal terzo termine della serie dei chetoni ($n = 5$) si ha, relativamente al gruppo carbonile, l'**isomeria di posizione**:

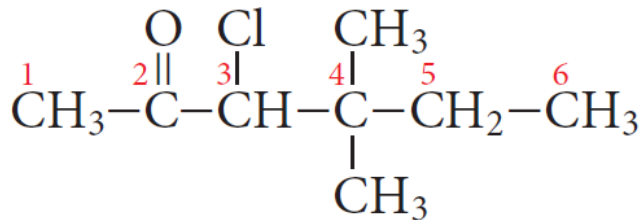


2-pentanone

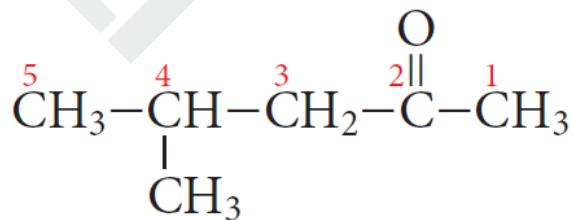


3-pentanone

Se sono presenti sostituenti, la catena va numerata dal gruppo carbonile e i nomi specificati in *ordine alfabetico*:



3-cloro-4,4-dimetil-2-esanone



4-metil-2-pentanone

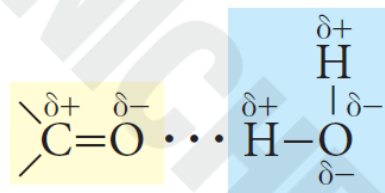
I punti di ebollizione e la solubilità dei composti carbonilici dipendono dalla polarità del carbonile

- Per la polarizzazione del legame C=O, che permette *forze dipolari* intermolecolari, aldeidi e chetoni hanno **punti di ebollizione** più alti degli idrocarburi, ma più bassi degli alcoli di massa molecolare corrispondente.

| Nome | Formula razionale | M_r | t_e (°C) |
|---------------|--|-------|------------|
| esano | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ | 86 | 69 |
| pentanale | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CHO}$ | 86 | 102 |
| 3-pentanone | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CO--CH}_2\text{--CH}_3$ | 86 | 102 |
| 1-pentanololo | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{OH}$ | 88 | 118 |

I punti di ebollizione e la solubilità dei composti carbonilici dipendono dalla polarità del carbonile

- I primi termini della serie delle aldeidi e dei chetoni sono solubili in acqua perché accettano legami a idrogeno.

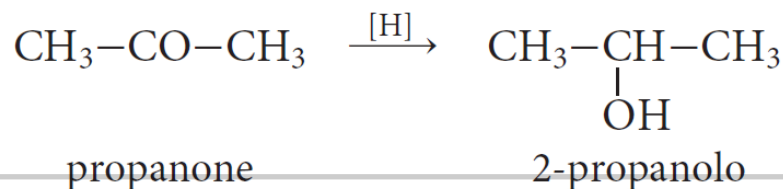
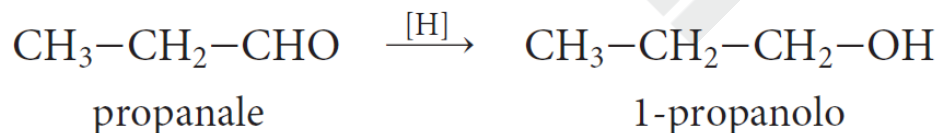
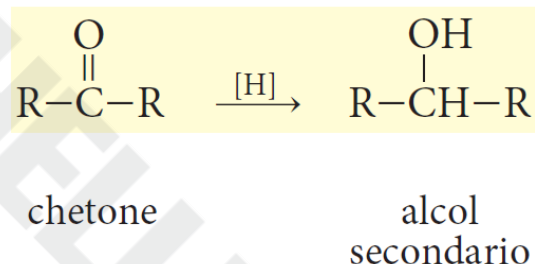
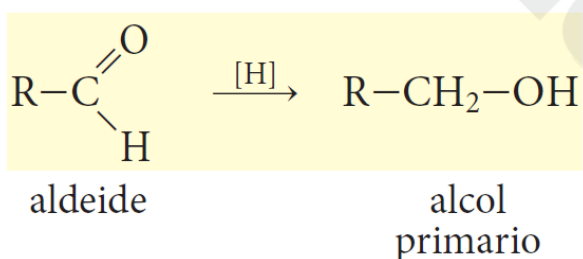


La **solubilità** diminuisce all'aumentare della massa molecolare per la *prevalenza* del gruppo alchilico idrofobico:

| Nome | Formula razionale | M_r | Solubilità in acqua |
|-----------|---|-------|---------------------|
| metanale | H-CHO | 30 | molto solubile |
| pentanale | CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CHO | 86 | poco solubile |
| eptanale | CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CHO | 114 | insolubile |

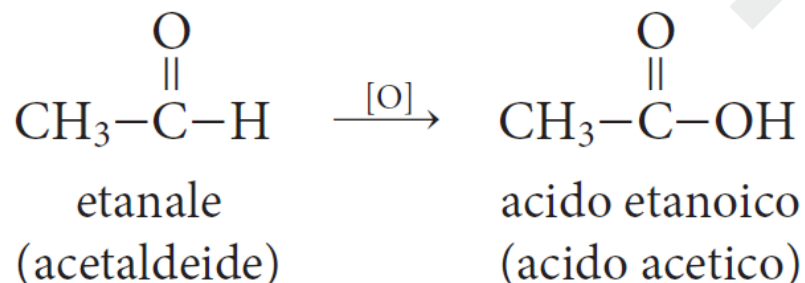
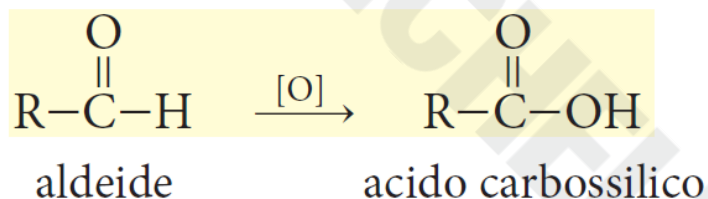
Le principali reazioni delle aldeidi e dei chetoni sono ossidazione e riduzione

- La reazione di **riduzione** di aldeidi e chetoni con agenti riducenti ($[H]$) porta rispettivamente alla formazione di *alcol primari* e *alcol secondari*:



Le principali reazioni delle aldeidi e dei chetoni sono ossidazione e riduzione

- La reazione di **ossidazione** avviene solo con le aldeidi con agenti ossidanti ([O]) e porta alla formazione di *acidi carbossilici*:



Le principali reazioni delle aldeidi e dei chetoni sono ossidazione e riduzione

Le **aldeidi** reagiscono anche con particolari ossidanti usati per rivelare la presenza del gruppo aldeidico.

Il **reattivo di Fehling** è costituito da una soluzione di ioni rame Cu^{2+} di colore azzurro.

In presenza di un'aldeide gli ioni vengono ridotti a Cu^+ con formazione di un precipitato rosso Cu_2O e dell'acido carbossilico corrispondente.



Le principali reazioni delle aldeidi e dei chetoni sono ossidazione e riduzione

Il **reattivo di Tollens** è costituito da una soluzione contenente ioni argento Ag^+ .

In presenza di un gruppo aldeidico, gli ioni si riducono ad argento metallico Ag che si deposita sulle pareti della provetta (*saggio dello specchio d'argento*) con formazione dell'acido carbossilico corrispondente.



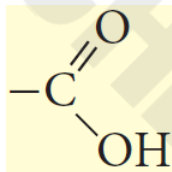
✓ Mettiamoci alla prova

- Quale tipo di legame intermolecolare è responsabile degli elevati punti di ebollizione e della solubilità degli alcoli?
- Quali sono le formule molecolari generali di aldeidi e chetoni? In cosa differiscono?

Gli acidi carbossilici contengono il gruppo funzionale carbossile

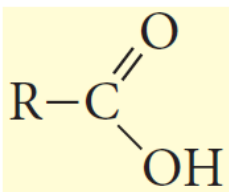
Gli **acidi carbossilici** sono derivati degli idrocarburi caratterizzati dalla presenza del gruppo funzionale carbossile.

Il **gruppo carbossile** -COOH è costituito da due gruppi funzionali: il gruppo carbonile e il gruppo ossidrilico.



gruppo carbossile

La **formula molecolare** generale è:



Gli acidi carbossilici contengono il gruppo funzionale carbossile

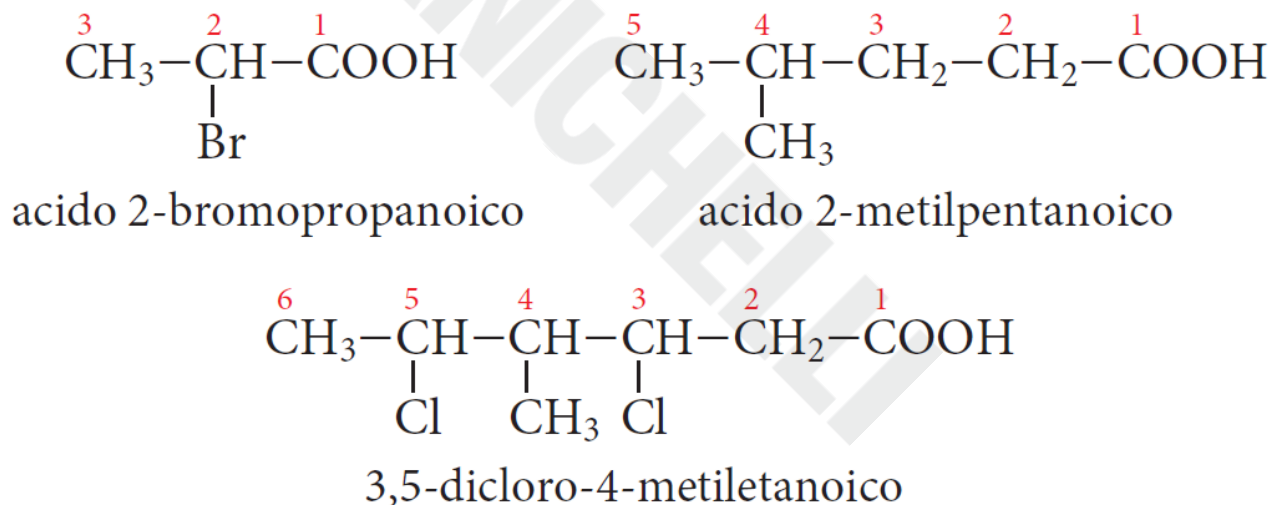
Il **nome** degli **acidi carbossilici** è costituito dal termine *acido* e dal nome dell'alcano corrispondente in cui la desinenza -o è sostituita dal suffisso -oico.

Molti sono noti con il nome comune:

| Formula razionale | Nome IUPAC | Nome comune |
|---|------------------|------------------|
| H-COOH | acido metanoico | acido formico |
| CH ₃ -COOH | acido etanoico | acido acetico |
| CH ₃ -CH ₂ -COOH | acido propanoico | acido propionico |
| CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH | acido butanoico | acido butirrico |

Gli acidi carbossilici contengono il gruppo funzionale carbossile

Quando vi sono dei sostituenti, la loro posizione è precisata da un *numero*, determinato numerando la catena carboniosa a partire dal gruppo funzionale:

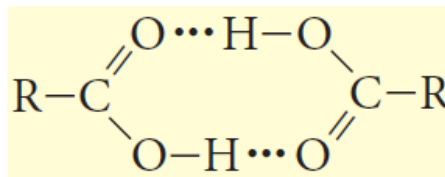


Gli acidi carbossilici con un numero pari di atomi di carbonio uguale o superiore a 12 si chiamano **acidi grassi**.

Le proprietà fisiche e chimiche degli acidi carbossilici dipendono dal gruppo -OH

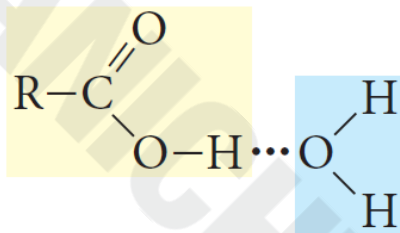
- A temperatura ambiente i primi quattro termini degli acidi carbossilici sono allo stato liquido, i termini superiori allo stato solido.

Il gruppo -OH consente di formare legami a idrogeno, per cui i **punti di ebollizione** sono più alti di quelli degli idrocarburi e degli alcoli con massa molecolare corrispondente.



Le proprietà fisiche e chimiche degli acidi carbossilici dipendono dal gruppo -OH

I primi quattro termini della serie sono **solubili** in acqua:



La **solubilità** diminuisce all'aumentare della massa molecolare per il prevalere del gruppo idrofobico R.

| Nome IUPAC | Formula razionale | M_r | t_e (°C) | Solubilità |
|-----------------|--|-------|------------|----------------|
| acido metanoico | H-COOH | 46 | 101 | molto solubile |
| acido esanoico | CH ₃ -(CH ₂) ₄ -COOH | 116 | 205 | poco solubile |
| acido decanoico | CH ₃ -(CH ₂) ₈ -COOH | 172 | 270 | insolubile |

Le proprietà fisiche e chimiche degli acidi carbossilici dipendono dal gruppo -OH

- Gli acidi carbossilici, in acqua, si comportano da **acidi di Brønsted-Lowry**.



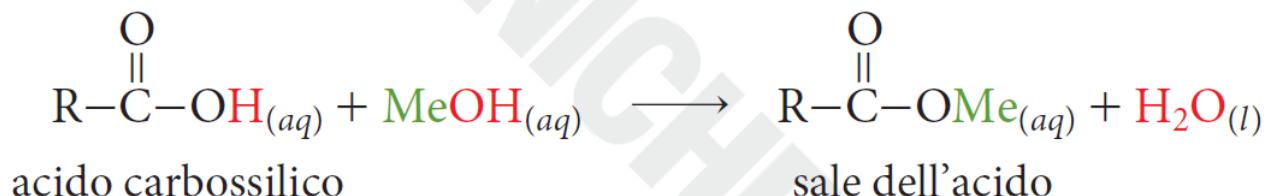
La costante di dissociazione acida K_a ha valori molto bassi, sono **acidi deboli**.

| Nome | Formula razionale | K_a |
|---------------------|-------------------------|---------------------|
| acido metanoico | H-COOH | $2,1 \cdot 10^{-4}$ |
| acido etanoico | CH ₃ -COOH | $1,8 \cdot 10^{-5}$ |
| acido cloroetanoico | CH ₂ Cl-COOH | $1,5 \cdot 10^{-3}$ |

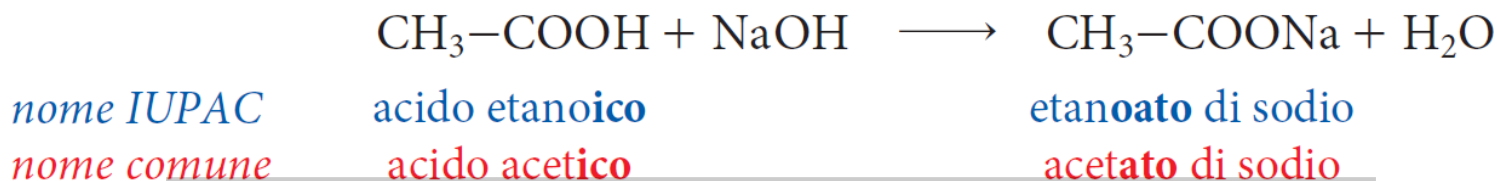
Gli acidi carbossilici reagiscono con le basi

Gli **acidi carbossilici** danno due tipi di reazioni:

- di **rottura del legame O-H** avviene in acqua in presenza di una base forte BOH e forma un *sale* organico:



Il **nome** del sale dell'acido è costituito dal nome della radice dell'acido (R-COO⁻) con il suffisso *-oato* e dal nome del catione metallico.



Copia riservata a lorenzo.gualtieri@studenti.gobettivolta.edu.it

Gli acidi carbossilici reagiscono con le basi

- di **sostituzione nucleofila acilica** consiste nella sostituzione del gruppo -OH dell'acido con un agente nucleofilo, come il gruppo alcossido -OR degli alcoli o il gruppo amminico -NH_2 dell'ammoniaca.

I prodotti sono *derivati degli acidi carbossilici*, tra i quali i più diffusi sono gli **esteri** e le **ammidi**.



Gli esteri contengono il gruppo funzionale estereo

Gli **esteri** sono derivati degli acidi carbossilici nei quali il gruppo ossidrile $-OH$ è stato sostituito con il gruppo alcossido $-OR$ degli alcoli.

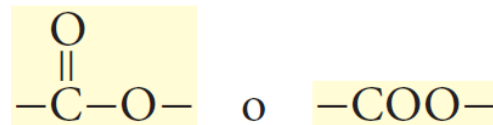
Molti esteri hanno un odore gradevole e a loro si deve il sapore di molti frutti.

Alcuni esteri vengono rilasciati dagli insetti per trasmettere segnali.

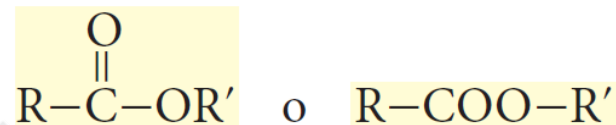


Gli esteri contengono il gruppo funzionale estereo

Il **gruppo funzionale estereo** è costituito da un atomo di carbonio a cui sono legati due atomi di ossigeno:



Agli esteri corrisponde la **formula molecolare** generale:



Il **nome** degli esteri è costituito dal nome della componente acida (R-CO) con il suffisso *-ato* e dal nome del gruppo alchilico R' della componente alcolica (OR'):

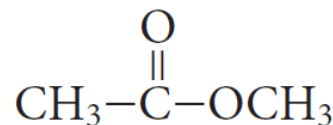


nome IUPAC

nome comune

metanoato di etile

formiato di etile



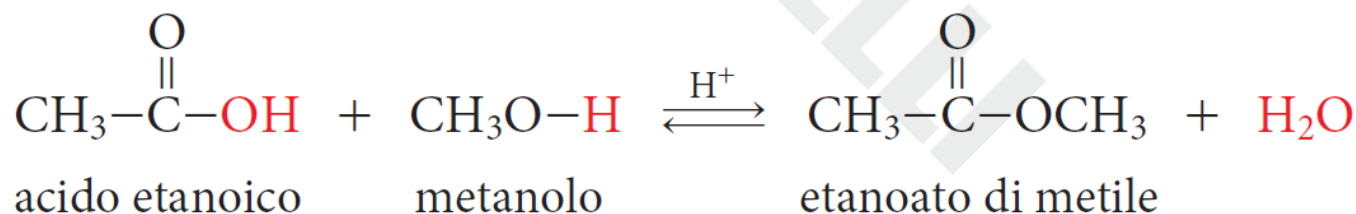
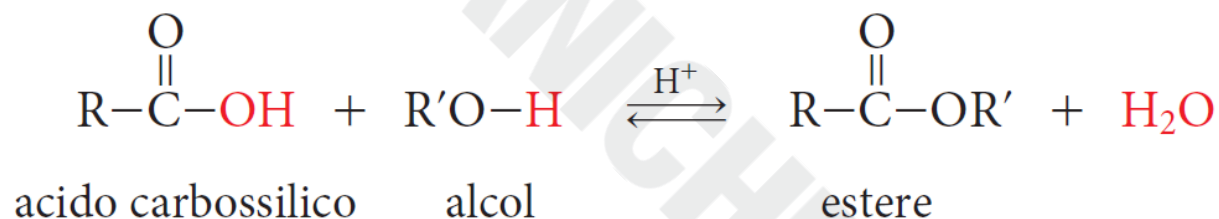
etanoato di metile

acetato di metile

Copia riservata a lorenzo.gualtieri@studenti.gobettivolta.edu.it

Gli esteri contengono il gruppo funzionale estereo

La sintesi degli esteri avviene mediante una reazione di **sostituzione nucleofila** tra un acido carbossilico e un alcol, con catalizzatore acido H^+ :

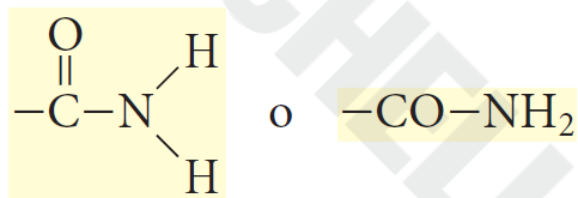


La reazione di esterificazione avviene anche tra il glicerolo e tre molecole di acidi grassi, con formazione di trigliceridi.

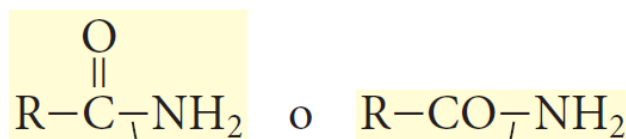
Le ammidi contengono il gruppo funzionale ammidico

Le **ammidi** sono derivati degli acidi carbossilici nei quali il gruppo ossidrilico -OH è stato sostituito dal gruppo -NH_2 .

Il **gruppo ammidico** è costituito da un atomo di carbonio a cui è legato un atomo di ossigeno e uno di azoto.



Alle ammidi corrisponde la **formula molecolare** generale:



Il legame carbonio-azoto

Le ammidi contengono il gruppo funzionale ammidico

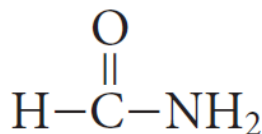
Il legame carbonio-azoto è detto **ammidico**.

Viene chiamato anche *legame peptidico*, quando è presente nelle **proteine**, ammidi importanti per gli esseri umani. Anche l'**urea** è un'ammido, la diammido dell'acido carbonico, con rilevante ruolo biologico.

Il **nome** delle **ammidi** è costituito dalla radice del nome dell'acido corrispondente con il suffisso *-ammide*:

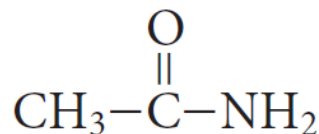
nome IUPAC

nome comune



metanammide

formammide

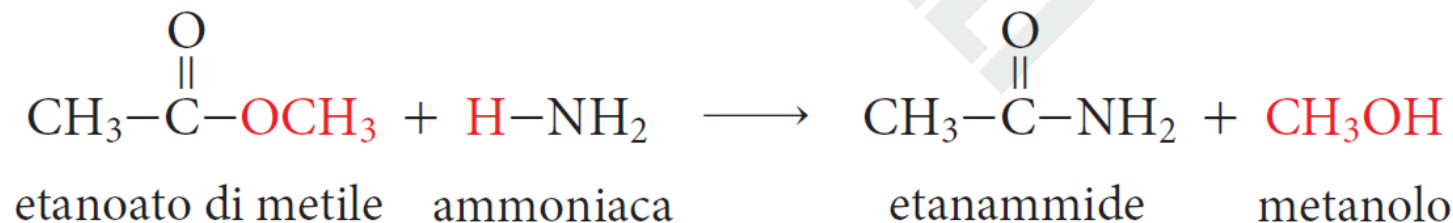
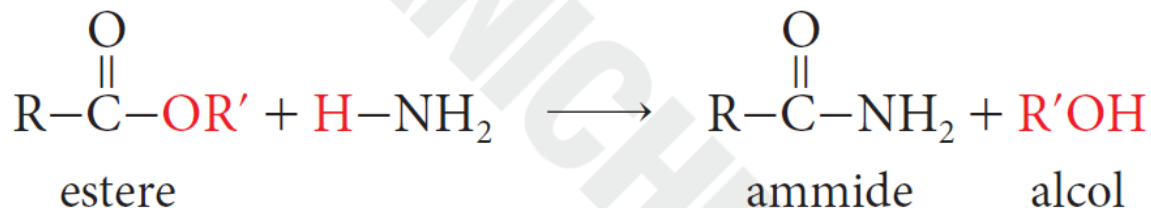


etanammide

acetammide

Le ammidi contengono il gruppo funzionale ammidico

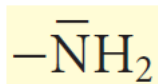
La **sintesi** delle ammidi primarie avviene mediante una reazione di **sostituzione nucleofila** tra un estere e l'ammoniaca:



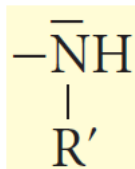
Le ammine possono essere primarie, secondarie o terziarie

Le **ammine** sono derivati degli idrocarburi caratterizzati dalla presenza del gruppo funzionale amminico.

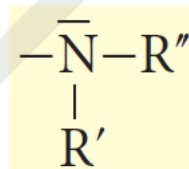
Il **gruppo amminico** è costituito da un atomo di azoto legato a due atomi di idrogeno che possono essere sostituiti, uno o entrambi, da gruppi alchilici o arilici. Può essere pertanto **primario**, **secondario** e **terziario**.



primario



secondario



terziario

Le ammine possono essere primarie, secondarie o terziarie

Il gruppo amminico è presente negli amminoacidi (proteine), nelle basi azotate dei nucleotidi (acidi nucleici) e in numerosi alcaloidi, come la nicotina e la caffeina.

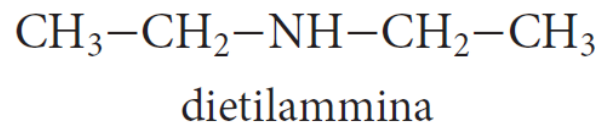
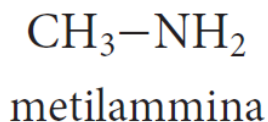


Le ammine (alifatiche e aromatiche) si distinguono in primarie, secondarie e terziarie.

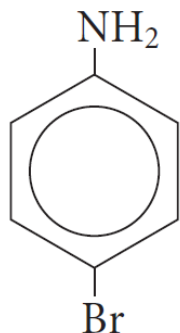
| | Alifatica | Aromatica |
|------------|--|--|
| primaria | $R-NH_2$ | $Ar-NH_2$ |
| secondaria | $R'-NH-R''$ | $Ar-NH-R$ |
| terziaria | $R'-N \begin{matrix} R'' \\ R''' \end{matrix}$ | $Ar-N \begin{matrix} R' \\ R'' \end{matrix}$ |

Le ammine possono essere primarie, secondarie o terziarie

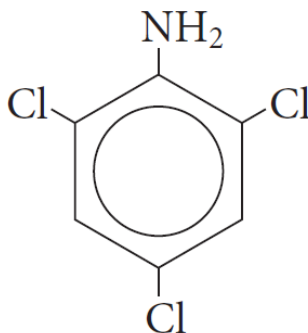
Il **nome** delle ammine *alifatiche* è costituito dal nome dei gruppi alchilici legati all'azoto seguito dal suffisso *-ammina*:



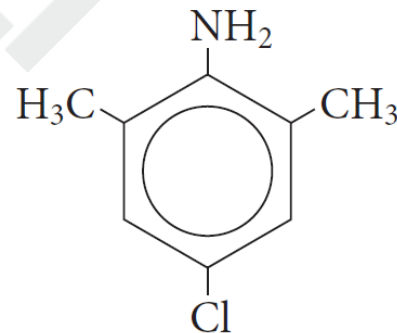
Il **nome** delle ammine *aromatiche* deriva dall'**anilina**. Nel caso di un solo sostituito la posizione va indicata con i prefissi *orto-* (*o*), *meta-* (*m*) e *para-* (*p*).



p-bromoanilina



2,4,6-tricloroanilina

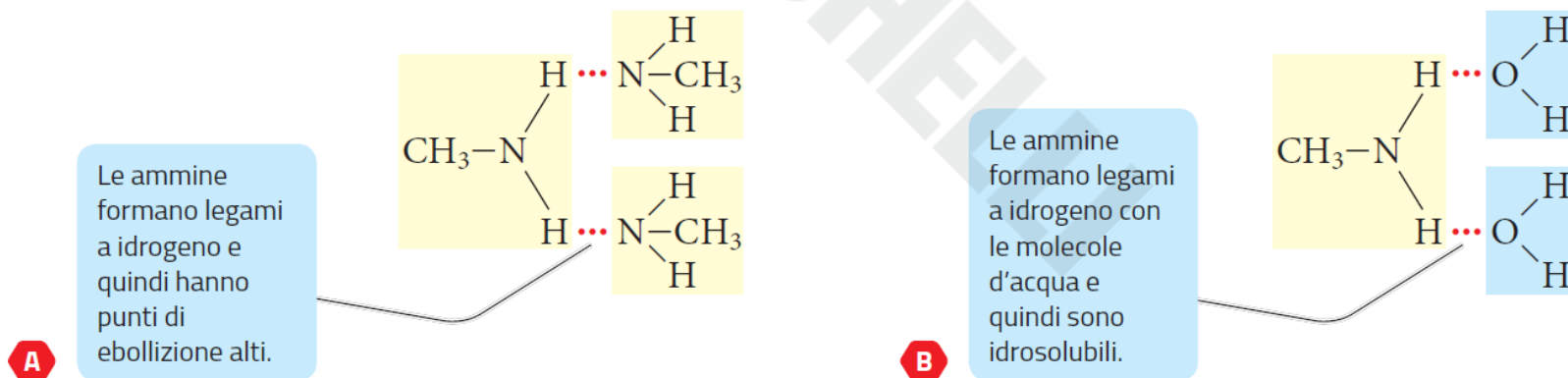


4-cloro-2,6-dimetilanilina

Le ammine possono essere primarie, secondarie o terziarie

- A temperatura ambiente, metilammina ed etilammina sono allo stato di gas, i termini superiori allo stato liquido.

Possono formare legami a idrogeno, per questo hanno **punti di ebollizione** alti e, con massa molecolare non elevata, sono **solubili** in acqua.



- Si comportano come **basi deboli**, per la presenza del doppietto elettronico libero sull'atomo di azoto.

I polimeri sono macromolecole formate da monomeri

I **polimeri** sono macromolecole a elevata massa molecolare costituite dalla ripetizione di unità molecolari elementari (**monomeri**) uguali o diverse, unite tra loro da legami covalenti.

- I polimeri **naturali**, con un ruolo biologico rilevante, sono i carboidrati, le proteine e gli acidi nucleici (DNA, RNA), che rappresentano i costituenti fondamentali degli organismi viventi (*biomolecole*).
- I polimeri **sintetici** sono prodotti attraverso una serie di reazioni di sintesi. Sono *materie plastiche* utilizzate in molti beni di consumo.

I polimeri sono macromolecole formate da monomeri

Le **reazioni di polimerizzazione** possono avvenire secondo due meccanismi:

- polimerizzazione per addizione radicalica o a catena;
- polimerizzazione per condensazione o a stadi.

Un polimero si forma per addizione o per condensazione a seconda della *reattività* dei gruppi funzionali presenti nei monomeri.

Nella **polimerizzazione per addizione radicalica** il polimero si forma per addizioni successive del monomero.

I polimeri sono macromolecole formate da monomeri

I polimeri di addizione radicalica

Nella polimerizzazione per addizione radicalica il polimero si forma per addizioni successive del monomero.

I monomeri utilizzati per questo meccanismo sono in genere molecole con doppi legami carbonio-carbonio.

| Monomero | Formula | Polimero |
|-----------------------|--|---|
| etilene | $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ | polietilene |
| stirene | $\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{Ar} \end{array}$ | polistirene |
| metacrilato di metile | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2=\text{C}-\text{COO}-\text{CH}_3 \end{array}$ | polimetacrilato di metile (plexiglas [®]) |
| cloruro di vinile | $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ | polivinilcloruro (PVC) |
| tetrafluoroetilene | $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ | politetrafluoroetilene (Teflon [®]) |

I polimeri sono macromolecole formate da monomeri

I polimeri di condensazione

I polimeri di condensazione si formano per reazione tra due monomeri diversi, ciascuno dei quali è almeno bifunzionale. La reazione produce l'eliminazione di molecole di acqua.

I monomeri più comuni sono i dioli (alcoli con due $-OH$), gli acidi bicarbossilici o biacidi (acidi con due $-COOH$) e le diammine (ammine con due $-NH_2$).

Grazie alla bifunzionalità di entrambi i monomeri, la polimerizzazione può proseguire agli estremi della catena.

I polimeri sono macromolecole formate da monomeri

I polimeri di condensazione

Il nome è costituito dal prefisso *poli-* e dal nome del gruppo funzionale risultante dalla reazione tra i monomeri (poliesteri, poliammidi).

I più noti hanno nomi commerciali, come nylon e PET.

| Monomero | Formula | Polimero |
|---|---|--|
| diolo + acido bicarbossilico → poliestere | $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ <p>glicole etilenico + acido tereftalico</p> | $\left[\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$ <p>polietilentereftalato (PET)</p> |
| diammina + acido bicarbossilico → poliammide | $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 + \text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ <p>esametilendiammina + acido adipico</p> | $\left[\text{H}-\text{N}(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O}) \right]_n \text{OH}$ <p>nylon 6,6</p> |

✓ Mettiamoci alla prova

- Rappresenta il gruppo funzionale carbossile. Da quali altri due gruppi funzionali è costituito?
- La sintesi delle ammidi avviene mediante la reazione tra quali composti?