

CHIMICA ORGANICA

ACIDI CARBOSSILICI

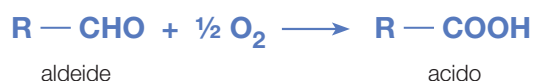
Formula generale



Desinenza **-oico**

Gli acidi carbossilici

Questi composti organici si possono ottenere dalle aldeidi, energici riducenti, che vengono facilmente ossidate, secondo la reazione:



Il gruppo carbossilico — **COOH** si può considerare come formato da due gruppi funzionali: il gruppo — **OH** (ossidrile) e il gruppo **C = O** (carbonile), tra i quali si stabilisce un'interazione, così completa da influenzare in maniera significativa le caratteristiche chimico-fisiche degli acidi stessi.

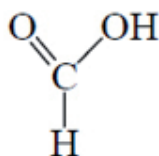
Nomenclatura degli acidi carbossilici

La nomenclatura degli acidi carbossilici prevede di derivarne il nome da quello dell'alcano corrispondente, preceduto dal termine **acido** e seguito dalla desinenza **-oico**.

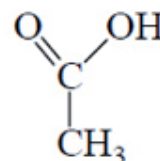
acidooico

Moltissimi termini di questa serie sono chiamati con i loro nomi d'uso.

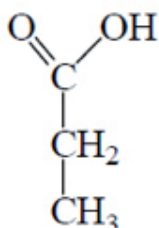
I primi acidi carbossilici della serie sono:



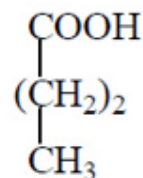
acido metanoico
(acido formico)



acido etanoico
(acido acetico)



acido propanoico
(acido propionico)



acido butanoico
(acido butirrico)

Nella tabella seguente riportiamo i primi termini della serie degli acidi carbossilici, il loro nome IUPAC e quello di uso comune e le fonti in cui è possibile trovarli in natura.

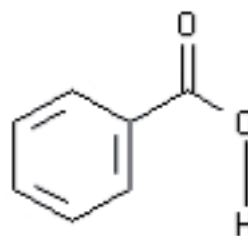
Nomenclatura di alcuni acidi carbossilici			
Composto	Nome IUPAC	Nome comune	Fonte naturale
HCOOH	acido metanoico	acido formico	pungiglione degli insetti (formiche)
CH ₃ COOH	acido etanoico	acido acetico	aceto
CH ₃ CH ₂ COOH	acido propanoico	acido propionico	latte
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	acido butanoico	acido butirrico	burro
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ COOH	acido pentanoico	acido valerianico	radice della valeriana
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ COOH	acido esanoico	acido caproico	capre

Come per le classi di composti organici già studiati, per la numerazione della catena di atomi di carbonio si individua l'estremità della catena che contiene il gruppo funzionale carbossile — **COOH**, e da esso si parte per la numerazione, assegnando al carbonio del carbossile il numero 1.

Gli acidi carbossilici possono essere **alifatici** o **aromatici**, a seconda che il gruppo carbossilico si leghi a un radicale alifatico — **R** o a un anello benzenico.

Il capostipite della serie degli acidi carbossilici aromatici è l'**acido benzoico**, i cui sali (benzoato di sodio) vengono usati come additivi alimentari, grazie alla loro spiccata capacità antimicrobica.

acido benzoico



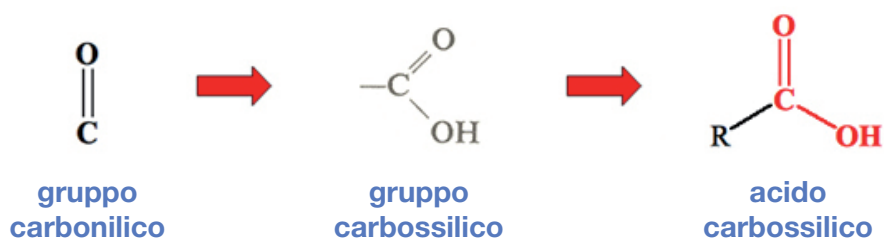
Proprietà fisiche

Gli acidi carbossilici sono composti **polari** e, come gli alcoli, formano legami idrogeno con se stessi o con altre molecole: per conseguenza hanno punti di ebollizione elevati, anche più degli alcoli di pari peso molecolare. Per esempio l'acido acetico e l'alcol propilico hanno lo stesso peso formula (60), ma hanno punti di ebollizione rispettivamente di 118 °C e di 97 °C.

I primi termini della serie sono liquidi incolori, con odori pungenti o sgradevoli, quelli a elevato P.M. sono solidi.

Nella tabella riportiamo degli acidi carbossilici più semplici alcune importanti caratteristiche fisiche quali: punto di fusione e di ebollizione.

Proprietà fisiche degli acidi carbossilici più semplici			
Composto	Nome IUPAC	Punto di fusione (°C)	Punto di ebollizione (°C)
HCOOH	acido metanoico	8,4	101
CH ₃ COOH	acido etanoico	16,6	118
CH ₃ CH ₂ COOH	acido propanoico	-20,8	141
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	acido butanoico	-5,5	164
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ COOH	acido pentanoico	-34,5	186
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ COOH	acido esanoico	-4,0	205



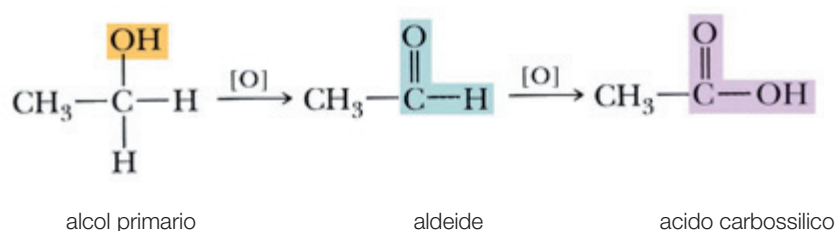
Gli acidi carbossilici più semplici sono solubili in acqua e abbastanza anche in etere, alcol e benzene. La solubilità in acqua varia (si riduce) all'aumentare delle dimensioni della catena alifatica, che rende meno influente la presenza della funzione carbossilica, alla quale è dovuto il carattere polare di questi composti.

Preparazioni degli acidi carbossilici

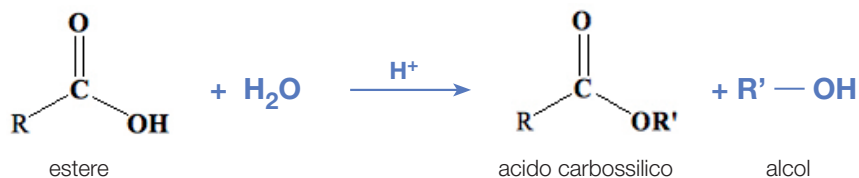
1) Ossidazione degli alcoli primari



La reazione, che utilizza agenti ossidanti piuttosto blandi, porterà prima all'aldeide e poi all'acido:



2) Idrolisi degli esteri

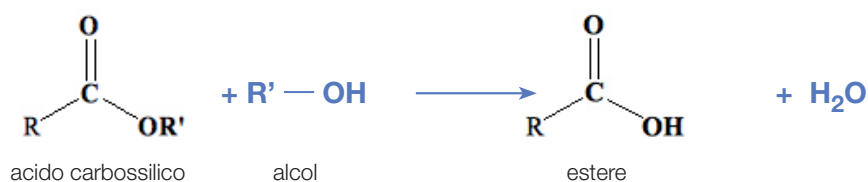


L'idrolisi avviene in ambiente acido.

Reazioni degli acidi carbossilici

Formazione di esteri (esterificazione)

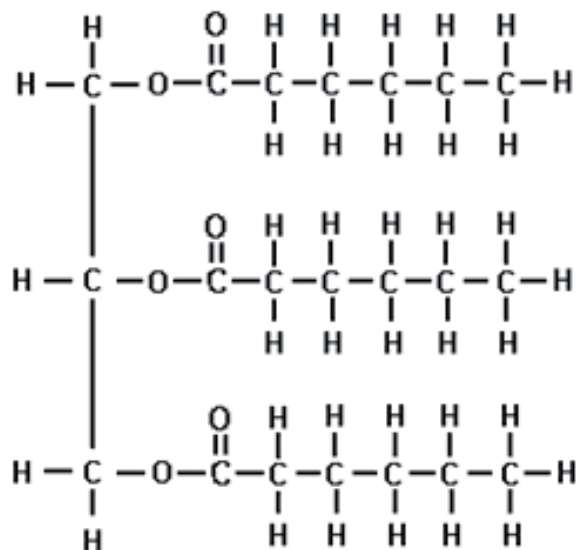
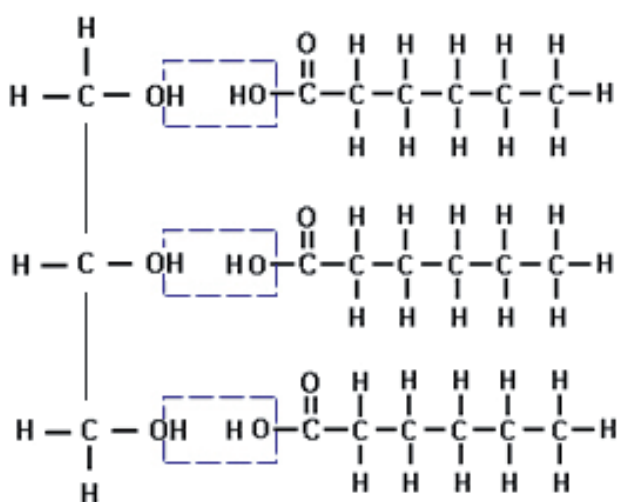
È una delle reazioni più importanti della chimica organica:



Gli esteri più importanti che si trovano in natura sono i grassi animali e vegetali, che possono essere solidi oppure liquidi (i grassi liquidi a temperatura ambiente sono detti oli).

I grassi sono costituiti da miscele di esteri di acidi carbossilici con un solo polialcol, la glicerina $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$, e perciò detti anche gliceridi.

I **trigliceridi** sono appunto costituiti da glicerina (o glicerolo) cui si legano per esterificazione **tre** molecole di acidi grassi, in un meccanismo che prevede l'eliminazione di tre molecole di acqua.



glicerolo + 3 acidi grassi - 3H₂O

=

trigliceride

Gli acidi grassi

Gli **acidi grassi** sono acidi monocarbossilici alifatici a lunga catena, cioè con numerosi atomi di carbonio.

Essi sono presenti in molti lipidi complessi e nei grassi vegetali e animali.

La catena di atomi di carbonio caratterizza questi composti, che differiscono sia per lunghezza della catena (acidi a corta, media e lunga catena), sia per l'eventuale presenza, numero e posizione di **doppi legami** tra gli atomi di carbonio della catena stessa.

In base alla lunghezza si classificano in:

- acidi grassi a **catena corta**, con un numero di atomi di carbonio che può variare da 1 a 4;
- acidi grassi a **catena media**, con un numero di atomi di carbonio che può variare da 8 a 14;
- acidi grassi a **catena lunga**, con un numero di atomi di carbonio che può variare da 16 fino a 36.

In base alla presenza, eventuale, di doppi legami $C=C$, si distinguono in:

- **saturi**, se privi di doppi legami, per esempio l'acido palmitico (C 16:0), acido stearico (C 18:0);

- **monoinsaturi**, se presentano un solo doppio legame, per esempio l'acido oleico (C 18:1);

- **polinsaturi**, se presentano due o più doppi legami, per esempio l'acido arachidonico (C 20:4).

Molto comuni sono due acidi grassi completamente saturi, l'acido stearico $C_{17}H_{35}COOH$ e l'acido palmitico $C_{15}H_{31}COOH$, presente nell'olio di palma e nel latte intero, perché assieme formano la stearina, una sostanza che entra nella composizione della cera delle candele.

La lunghezza della catena degli acidi grassi e il rapporto tra il numero di legami saturi e insaturi, presenti in un grasso, ne influenzano lo "stato di aggregazione", e in base al punto di fusione si dividono generalmente in:

- **grassi propriamente detti**, quando si presentano allo stato solido e sono generalmente saturi, perché privi di doppi legami $C=C$;
- **oli**, quando sono liquidi e spesso insaturi, per la presenza di uno o più doppi legami $C=C$.

Alcuni **acidi grassi** polinsaturi (acido linoleico e acido alfa-linolenico) sono definiti **essenziali**, perché devono essere necessariamente introdotti con l'alimentazione.

Tra gli acidi grassi polinsaturi essenziali ricordiamo l'**acido linoleico** e l'**acido linolenico**, utilizzati dal nostro organismo per produrne altri, detti acidi grassi **essenziali di derivazione**. Queste sostanze sono indispensabili per la biosintesi delle prostaglandine e delle prostaciline, che partecipano ad alcuni importanti meccanismi fisiologici, quali la risposta infiammatoria, la contrazione della muscolatura liscia, l'aggregazione piastrinica ecc.

Un'alimentazione corretta deve prevedere l'assunzione di adeguate quantità di questi acidi grassi essenziali: la loro assenza nell'organismo determinerebbe situazioni patologiche molto gravi, come quelle che si osservano nelle diete molto drastiche e nell'anorexia.

Il fabbisogno quotidiano di **acidi grassi essenziali** è di 4,5-6 grammi nella donna e di 1-1,5 grammi nell'uomo.

Omega 3: nomenclatura "biologica"

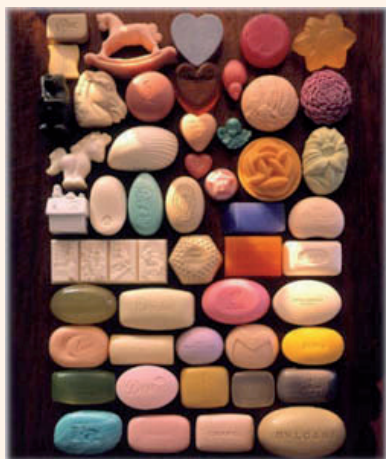
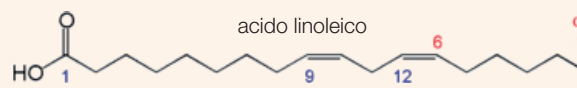
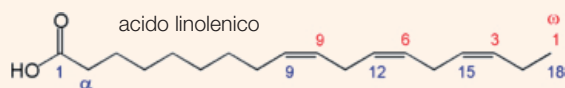
Gli acidi grassi polinsaturi vengono denominati dai chimici numerando gli atomi di carbonio a partire dal gruppo carbossilico; i biologi, invece iniziano la numerazione dal lato opposto, ossia dall'ultimo carbonio, che viene chiamato omega (ω), ultima lettera dell'alfabeto

greco. Vengono definiti perciò **omega-3** ($\omega-3$) gli acidi grassi che hanno un doppio legame tra il terzo e il quarto carbonio a partire dal carbonio in posizione ω .

Così l'acido linolenico (nome IUPAC: cis,cis,cis-9,12,15-ottadecatrienoico) è un $\omega-3$ e viene chiamato dai biologi (18-3) $\omega-3$ dove il numero 18 indica il numero

degli atomi di carbonio e 3 il numero di doppi legami.

L'acido linoleico (nome IUPAC: cis,cis-9,12-ottadecadienoico), invece, è un $\omega-6$ e viene chiamato dai biologi (18-2) $\omega-6$ dove il numero 18 indica il numero degli atomi di carbonio e 2 il numero di doppi legami.



I saponi

Gli acidi carbossilici a lunga catena sono anche le sostanze da cui si preparano i saponi, che emulsionano le particelle di grasso presenti nello sporco. Si utilizza un sale derivato da un acido grasso per sciogliere un altro grasso ("il simile scioglie il simile"). La classica saponetta contiene nella sua composizione chimica sali di sodio e di potassio di un acido carbossilico, solitamente olio di cocco o di oliva, presente in una percentuale del 20%. Il restante 80% è costituito da grasso (sego) di provenienza animale (bovini, equini). Un sapone di buona qualità dovrebbe sempre avere nella sua composizione, acidi grassi saponificati, derivati dall'olio di palma, di cocco o di oliva.

Le tradizionali saponette.

Acidità

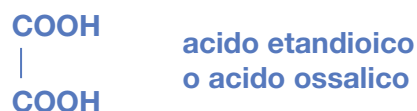
Confrontando le costanti di acidità si può vedere che gli acidi carbossilici sono molto più acidi degli alcoli, come si evince dalla tabella seguente:

Costanti di acidità degli acidi carbossilici		
Formula	Composto	pKa
HCOOH	acido metanoico	3,75
CH ₃ COOH	acido etanoico	4,74
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	acido butanoico	4,82
C ₆ H ₅ COOH	acido benzoico	4,20

Gli acidi bicarbossilici

Gli acidi con due gruppi carbossilici sono detti **bicarbossilici** o **alcandioici**; se è presente un doppio legame è detto **alchendioico**.

Il primo della serie è l'acido ossalico:



La serie degli acidi bicarbossilici continua con gli acidi malonico, succinico, glutarico, adipico.

Nella tabella seguente riportiamo le formule, il nome secondo la nomenclatura IUPAC e il corrispondente nome tradizionale.

Nomenclatura degli acidi bicarbossilici		
Formula	Nome IUPAC	Nome tradizionale
HOOC — COOH	acido ossalico	acido etandioico
HOOC — CH ₂ — COOH	acido malonico	acido propandioico
HOOC — (CH ₂) ₂ COOH	acido succinico	acido butandioico
HOOC — (CH ₂) ₃ COOH	acido glutarico	acido pentandioico
HOOC — (CH ₂) ₄ COOH	acido adipico	acido esandioico



■ I filati in nylon.

L'acido adipico è importante perché viene usato nella preparazione di un polimero, il nylon, la ben nota fibra tessile.

Gli acidi tricarbossilici

Tra gli acidi tricarbossilici, provvisti cioè di tre gruppi carbossilici -COOH , ricordiamo l'**acido citrico**, presente anche nel sangue e nel succo di limone, cui conferisce l'acidità e il caratteristico sapore acre.

Nomenclatura degli acidi bicarbossilici

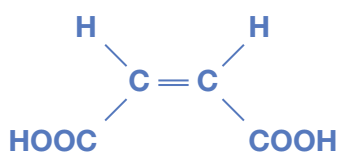
La nomenclatura IUPAC degli acidi bicarbossilici prevede di derivarne il nome da quello dell'alcano corrispondente, preceduto dal termine **acido**, mentre la seconda parola è formata da un prefisso che fa riferimento all'alcano corrispondente, che termina in **-an** o **-en**, rispettivamente se la catena di atomi di carbonio è saturata o insatura, e un suffisso **-dioico**.

acido alcano + dioico

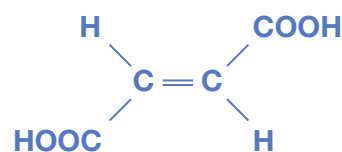
Per esempio l'acido ossalico $\text{HOOC} \text{---} \text{COOH}$ è l'acido **etandioico**, mentre l'acido maleico, che presenta un doppio legame, sarà l'acido **cis-butendioico**.

Gli acidi carbossilici che presentano un doppio legame $\text{C} = \text{C}$ possono dare isomeri cis-trans, per la rigidità del doppio legame: si inserirà, tra la prima e la seconda parola, il termine **-cis** o **-trans** a seconda dei casi.

Gli acidi maleico e fumarico sono i due più semplici acidi bicarbossilici provvisti di un doppio legame, e costituiscono il più classico esempio di isomeria cis-trans:



acido maleico
acido cis-butendioico
p.f. 140 °C



acido fumarico
acido trans-butendioico
p.f. 300 °C

La differente disposizione dei gruppi sostituenti rispetto al doppio legame conferisce ai due composti proprietà fisiche abbastanza diverse: l'acido maleico ha punto di fusione pari a 140 °C, mentre l'acido fumarico fonde a 300 °C.