

Composti della chimica organica

Riassunto del volume "Chimica organica Biochimica Biotecnologie"

Federico Cesari
Liceo Scientifico Carlo Cattaneo, Torino
ottobre 2022

Indice

1	Elementi fondamentali	2
1.1	Isomerie	2
1.1.1	Isomeria di struttura	2
1.1.2	Stereoisomeria	2
2	Idrocarburi	2
2.1	Alcani	3
2.1.1	Reazioni di sostituzione: alogenazione radicalica	3
2.1.2	Reazioni di sostituzione: nucleofila e eliminazione	3
2.2	Alcheni	4
2.2.1	Addizione di Cl_2	4
2.2.2	Addizione di HCl	4
2.2.3	Idratazione in ambiente acido	5
2.2.4	Addizione di idrogeno (idrogenazione catalitica)	5
2.2.5	Ossidazione degli alcheni	5
2.3	Alchini	5
2.3.1	Dialogenazione (con Cl_2 o Br_2)	5
2.3.2	Monoalogenazione (con HCl o HBr)	6
2.3.3	Idratazione e tautomeria cheto-enolica	6
2.3.4	Idrogenazione	6
3	Idrocarburi aliciclici	6
4	Idrocarburi aromatici	7
4.1	Sostituzione elettrofila aromatica	7

1 Elementi fondamentali

L'elemento fondamentale in chimica organica è il carbonio. Questo ha la capacità di legarsi in lunghe catene con altri atomi di carbonio più altri elementi: i più diffusi sono H, O, N, S, F. Come si può vedere gli elementi più importanti in chimica organica sono tutti *non metalli* e quindi tendono a formare *legami covalenti* tra di loro (i legami covalenti tendono a condividere elettroni). Inoltre le catene sono generalmente *non polari* quindi poco idrosolubili ma facili da separare; sono polari sono nel caso ci siano atomi di ossigeno o azoto.

Le catene carboniose possono differire tra di loro in diversi aspetti. Oltre a esserci una grande varietà di atomi che possono legarsi tra di loro nelle più svariate combinazioni, due catene con gli stessi legami e stessi atomi possono avere caratteristiche fisiche e chimiche differenti se *gli atomi o i legami sono posti in ordine diverso*. In questo caso parliamo di **isomerie**.

1.1 Isomerie

Gli isomeri sono composti con la stessa formula molecolare ma con struttura diversa. Gli atomi in un composto possono essere ordinati in modi diversi, più sono gli atomi di carbonio più isomeri si possono formare.

1.1.1 Isomeria di struttura

- Isomeria di catena: Riguarda lo scheletro della catena carboniosa che può essere *lineare, ramificata o ciclica*.
- Isomeria di Gruppo Funzionale: Riguarda la disposizione degli atomi nei Gruppi Funzionali.
- Isomeria di posizione: Riguarda la disposizione dei Gruppi Funzionali e dei doppi e tripli legami lungo la catena.

1.1.2 Stereoisomeria

- Isomeria conformazionale: Legata alla possibilità di ruotare attorno a un legame semplice.
- Enantiomeria: Si riscontra quando due molecole sono speculari e non sovrapponibili, queste molecole sono dette *enantiomeri* e sono molecole otticamente attive con medesime proprietà fisiche e chimiche.
- Isomeria CIS-TRANS: Legata a diverse possibilità di legami nei composti con doppi legami.

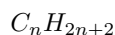
2 Idrocarburi

Gli idrocarburi sono composti organici costituiti da *idrogeno* e *carbonio*. Sono classificati in base alle loro proprietà chimiche e alla loro struttura molecolare.

Sono distinti in due grandi categorie: **Alifatici**: alcani, alcheni, alchini; e **Aromatici**: benzene + derivati. Gli idrocarburi, in particolare alcani, alcheni, alchini, sono distinti in *saturi* e *insaturi*: saturi sono gli alcani perché hanno ibridazione del carbonio sp^3 , sono insaturi gli alcheni e gli alchini che hanno rispettivamente ibridazione sp^2 e sp . Gli atomi di carbonio vengono poi classificati in base al numero di altri atomi di carbonio a cui sono legati. Si distinguono in primari, secondari, terziari e quaternari.

2.1 Alcani

Sono idrocarburi *saturi*, ovvero hanno ibridazione sp^3 . Presentano solo legami semplici σ . Formula generale:



2.1.1 Reazioni di sostituzione: alogenazione radicalica

Una reazione di sostituzione consiste nella *sostituzione di atomi di idrogeno* con altri atomi, in questo caso **alogeni**. Alla reazione partecipa un alogeno sotto forma di *radicale libero*; la reattività degli alogeni diminuisce man mano che si scende nella tavola periodica.

1. Una molecola di alogeno viene scissa in due atomi (con un elettrone spaiato) che vengono chiamati *radicali liberi*
2. I radicali liberi reagiscono con un alcano spezzando il legame con un atomo di idrogeno formando un *acido alogenidrico* (HX) e un radicale alchilico (un alcano con un elettrone spaiato).
3. Il radicale alchilico allora reagisce a sua volta con una molecola di alogeno spezzandola creando un altro *radicale di alogeno* e un *alogenuro alchilico* (RX).

Così la reazione si propaga finché non si legano due radicali dello stesso tipo (XX) o (RR).

2.1.2 Reazioni di sostituzione: nucleofila e eliminazione

Questo tipo di reazione è successivo alla formazione di un *alogenuro alchilico*; la composizione RX alcano-alogeno comporta una polarizzazione del legame, in quanto l'alogeno è più elettronegativo del carbonio. Questo legame quindi diventa più vulnerabile ad attacchi esterni da *doppietti elettronici liberi e cariche negative*.

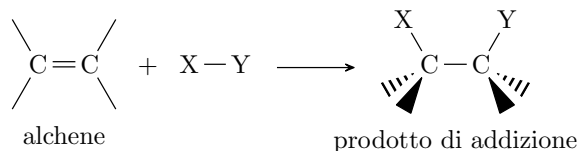
1. Se il reagente nucleofilo *sostituisce* nella catena un altro gruppo nucleofilo nella catena allora si ha una **sostituzione nucleofila**.
2. Se il reagente nucleofilo strappa il gruppo nucleofilo nella catena e in più anche un idrogeno, allora si ha un'**eliminazione nucleofila** e si forma un *alchene*.

2.2 Alcheni

Sono idrocarburi *insaturi*, hanno ibridazione sp^2 . Gli alcheni sono caratterizzati dalla presenza di un doppio legame. Quando un composto è rappresentato da una catena carboniosa con più di un doppio legame viene chiamato **poliene**. Formula generale:



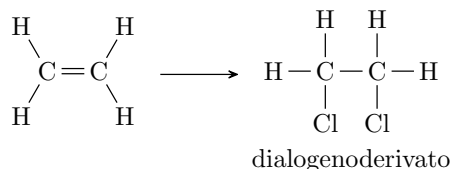
Il doppio legame è composta da un legame σ e uno π più debole. Il legame π allora diventa una fonte di elettroni per i *reagenti elettrofili*. In generale le reazioni di addizione seguono questo schema:



2.2.1 Addizione di Cl_2

Quando una molecola di cloro si avvicina agli elettroni π i due atomi diventano uno *elettrofilo* e l'altro *nucleofilo* (per dipolo indotto: le cariche negative del legame π allontanano le cariche negative della molecola di cloro facendole assumere le sembianze di un dipolo, da una parte le cariche positive e dall'altra quelle negative).

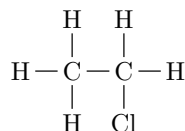
1. L'atomo di cloro positivo si lega a uno dei due carboni.
2. L'altro carbonio assume carica positiva (diventando *carbocatione*) e si lega con il cloro negativo.



Questa reazione viene usata anche per *identificare gli alcheni*. Se si versa dell'*acqua di bromo* in una soluzione e avviene una decolorazione di quest'ultima è indice della presenza di un alchene.

2.2.2 Addizione di HCl

Invece dell'addizione con due atomi di Cloro, in questo caso l'addizione è asimmetrica. H^+ elettrofilo rompe il legame π e forma il *carbocatione* formando:

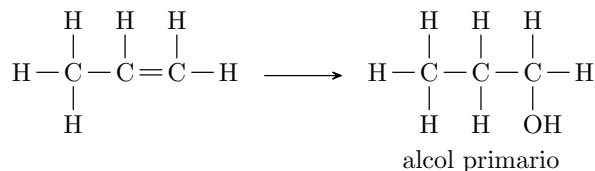


cloroetano

Nel caso in cui l'alchene sia asimmetrico si segue la **regola di Markovnikov**: l'atomo di idrogeno tende a legarsi al carbonio già più idrogenato.

2.2.3 Idratazione in ambiente acido

Essendo un'idratazione viene aggiunta dell'acqua, anch'essa asimmetrica. Dunque anche in questo caso si segue la *regola di Markovnikov*. La reazione può avvenire *solamente in presenza di un catalizzatore acido* (come l'acido solforico). Come negli altri casi lo ione H^+ spezza il legame π e lo ione OH^- si lega al *carbocatione*.



alcol primario

2.2.4 Addizione di idrogeno (idrogenazione catalitica)

Supponendo di avere una molecola di idrogeno H_2 allora questa si può scindere e unire a un alchene. Può avvenire solo sulla superficie di un catalizzatore che può essere nichel, platino o palladio. Questi facilitano la rottura dei due atomi di idrogeno che si uniscono all'alchene formando un alcano.

2.2.5 Ossidazione degli alcheni

Il doppio legame viene spezzato da ossidanti forti come il permanganato di potassio. L'ossidazione produce *glicoli* e a ogni carbonio del doppio legame si lega un gruppo OH.

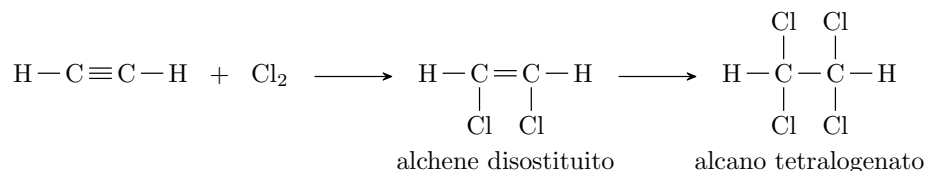
2.3 Alchini

Sono idrocarburi *insaturi*, hanno ibridazione *sp*. Gli alchini presentano un *triplo legame* composto da un legame σ e due π . Formula generale:

$$C_n H_{2n-2}$$

2.3.1 Dialogenazione (con Cl_2 o Br_2)

Quando viene aggiunto un alogeno l'alchino diventa un *alchene disostituito*. La trasformazione può essere portata fino alla formazione di un *alcano tetraalogenato*.

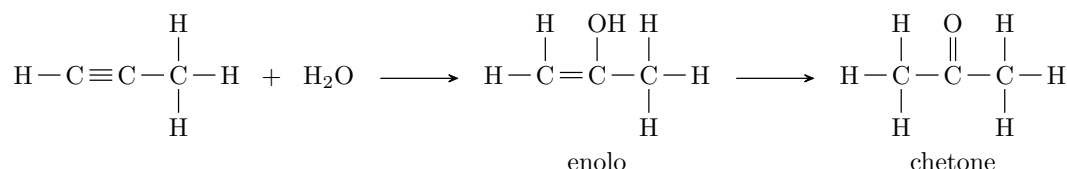


2.3.2 Monoalogenazione (con HCl o HBr)

L'alchino può addizionare un *acido alogenidrico* al triplo legame. Anche in questo caso la reazione può continuare fino a formare un alcano.

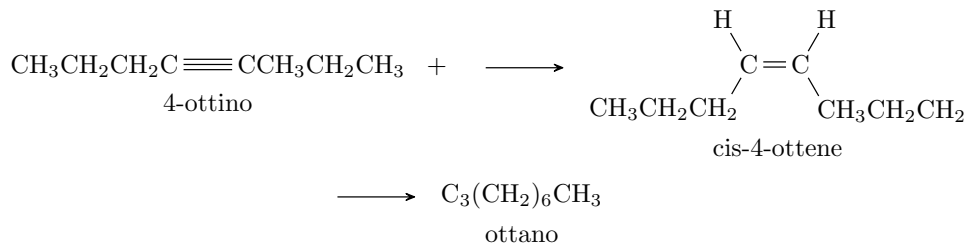
2.3.3 Idratazione e tautomeria cheto-enolica

L'idratazione di un alchino produce un *chetone* e un *enolo*. Nel caso dell'etino (C_2H_2) non si ottiene un chetone ma un'aldeide.



2.3.4 Idrogenazione

Aggiungendo idrogeno H_2 l'alchino diventa un alchene (si ottiene un isomero *cis* o *tras*). Poi la reazione può continuare fino alla formazione di un alcano.



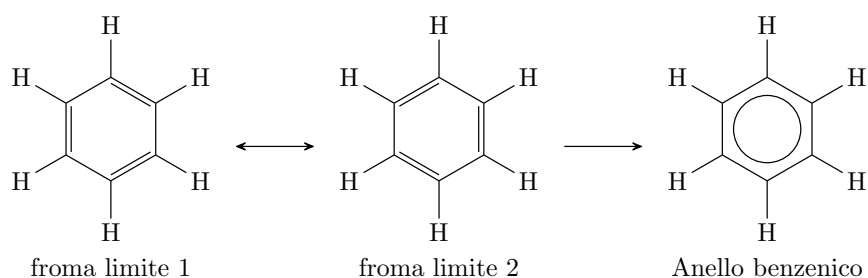
3 Idrocarburi aliciclici

Gli idrocarburi aliciclici sono una particolare parte degli idrocarburi con struttura della catena carboniosa ad anello. I più diffusi sono i *cicloalcani* ma esistono anche cicloalcheni e cicloalchini. La nomenclatura va effettuata facendo in modo che i *sostituenti abbiano il numero più basso possibile*.

In generale le strutture cicliche tendono ad avere angoli di legame piuttosto stretti: il ciclopropano 60° , il cicloesano 120° . Per questo tendono a piegarsi per minimizzare le tensioni. Il cicloesano per esempio assume una conformazione a sedia così da avere angoli di legame da 109.5° , tipici delle ibridazioni sp^3 .

4 Idrocarburi aromatici

Gli idrocarburi aromatici sono un gruppo di idrocarburi il cui nome deriva da odori caratteristici posseduti dai primi composti isolati. Il capostipite del gruppo è il **benzene**. Il benzene (C_6H_6) ha una struttura ad anello con legami singoli e doppi alternati (tre e tre). La lunghezza di ogni legame è uguale (normalmente i legami doppi sono più corti) ed esistono due strutture limite di questa molecola. Si dice che il benzene è un *ibrido di risonanza*, ovvero ha caratteristiche di entrambe le sue forme limite ed è più stabile di entrambe.

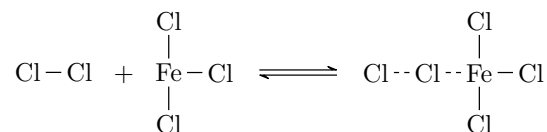


La forma tridimensionale del benzene è *planare*, lega con gli atomi di idrogeno tramite legami σ . Ogni atomo di carbonio ha anche un orbitale p non ibridato che *potrebbe formare un legame π* , questo non accade e i 6 orbitali si combinano formando 3 orbitali di legame e 3 di antilegame dando vita ad una nube elettronica dove *elettroni delocalizzati* sono liberi di muoversi.

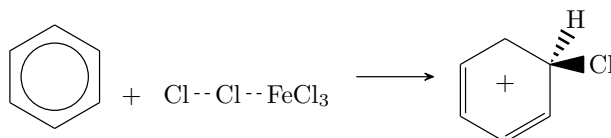
4.1 Sostituzione elettrofila aromatica

Vengono sostituiti gli atomi di idrogeno esterni senza toccare l'anello benzenico. In questo caso faremo un esempio con un atomo di cloro.

1. Viene *creato l'elettrofilo*: una molecola di cloro è immersa in un acido di Lewis che la divide in atomi, uno con carica negativa e l'altro con carica positiva.



2. Il cloro positivo si attacca all'anello benzenico, invece quello negativo entra nel complesso FeCl_4^-



In questo caso la carica positiva è delocalizzata in tutto l'anello.

3. La reazione si completa con la perdita di un protone del benzene. Lo ione H^+ si stacca dal benzene e si unisce al complesso precedente. Viene ripristinato il catalizzatore.

