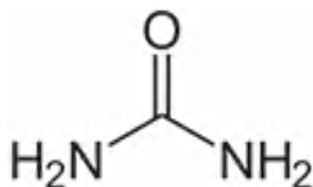


# CHIMICA ORGANICA

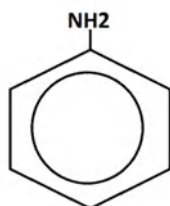
## (Lezioni in classe prof. Adriano Muschiato)

Nel 1828 il chimico tedesco Friedrich Wöhler per la prima volta riesce a sintetizzare da reagenti inorganici l'UREA:

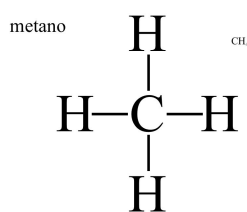


Nel sud della Germania intorno al 1870 in una fabbrica tessile viene sintetizzata la prima molecola sintetica la ANILINA o AMMINOBENZENE (nomenclatura IUPAC):

$C_6H_5NH_2$



Da questo momento in avanti la chimica organica è diventata la chimica del CARBONIO. Una delle molecole più importanti è il metano:



## GLI IDROCARBURI

---

Gli idrocarburi sono molecole in natura derivanti da petrolio e metano e sono composti solo da atomi di carbonio e di idrogeno.

Si dividono in 2 categorie:

- IDROCARBURI ALIFATICI: La loro caratteristica è che hanno tutti gli elettroni di legame localizzati.
  - IDROCARBURI AROMATICI: Alcuni degli elettroni di legame sono delocalizzati.
- 

## IDROCARBURI ALIFATICI

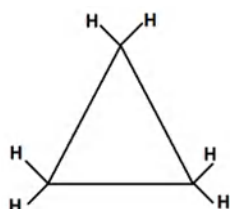
---

### ALCANI

Gli alcani si dividono in 2 categorie: gli ALCANI e i CICLOALCANI. Gli alcani hanno come formula bruta generale  $C_nH_{2n+2}$  mentre i cicloalcani hanno come formula generale  $C_nH_{2n}$ . In generale gli alcani hanno come caratteristiche principali la struttura che è una struttura spaziale e si differenziano dagli alcheni e dagli alchini perché tra gli atomi di carbonio troviamo solo legami semplici carbonio-carbonio (C-C) quindi sono saturi.

Alcuni esempi:

- ETANO (alcano):  $CH_3-CH_3$
- CICLOPROPANO (cicloalcano):

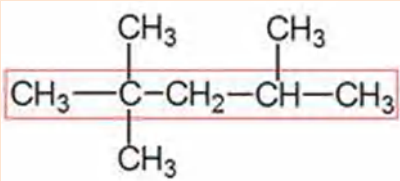
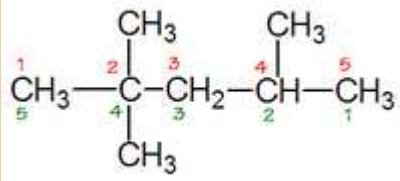
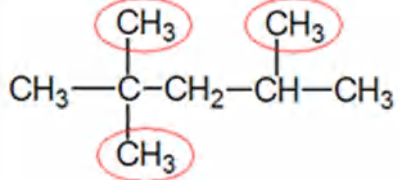
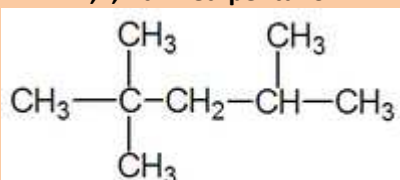


## Nomenclatura degli ALCANI:

- 1 atomo di carbonio: PREFISSO – MET
- 2 atomi di carbonio: PREFISSO – ET
- 3 atomi di carbonio: PREFISSO – PROP
- 4 atomi di carbonio: PREFISSO – BUT
- 5 atomi di carbonio: PREFISSO – PENT
- 6 atomi di carbonio: PREFISSO – ES
- ... dal 4° in poi faranno riferimento ai numeri greci.

Tutti gli alcani hanno come suffisso –ANO mentre i cicloalcani hanno in più il prefisso CICLO-.

Per dare il nome a un composto a partire dalla sua struttura bisogna guardare in ordine:

<ul style="list-style-type: none"><li>• Individuare la più lunga catena ininterrotta di atomi di carbonio nella struttura; tale catena costituirà la base del nome in funzione del numero di atomi di carbonio che possiede. NB: i primi quattro elementi della serie hanno nomi propri dovuti a ragioni storiche, proseguendo invece si fa riferimento ai numeri greci per indicare la lunghezza della catena.</li></ul>	<p><b>5 atomi: pentano</b></p> 
<ul style="list-style-type: none"><li>• numerare gli atomi della catena sequenzialmente partendo da una delle estremità; verrà scelta l'estremità facente sì che gli atomi che recano ramificazioni (uno o più legami con altri atomi di carbonio) abbiano i numeri più bassi possibile. Se sono presenti ramificazioni a distanza uguale dagli atomi agli estremi si consideri la seconda ramificazione più vicina.</li></ul>	<p>da sinistra a destra: 2,2,4 --&gt; ok da destra a sinistra: 2,4,4 --&gt; no</p> 
<ul style="list-style-type: none"><li>• nominare le ramificazioni in modo analogo alla catena principale, sostituendo però il suffisso –ANO con il suffisso –IL (1: metil, 2: etil, 3: propil, etc.)</li><li>• raggruppare le ramificazioni scrivendole in ordine alfabetico (es 3-metil-4-propil e non 4-propil-3-metil) e, qualora ne compaia più di una dello stesso tipo nella formula, indicarne la molteplicità tramite l'opportuno prefisso (di-, tri-, tetra-, etc.)</li></ul>	<p><b>3 gruppi CH<sub>3</sub>: tri-metil-</b></p> 
<ul style="list-style-type: none"><li>• il nome è costituito dall'elenco delle ramificazioni precedute dal numero di ogni atomo della catena principale che le ospita, seguito dal nome della catena principale. Il nome va scritto come un'unica parola e si ricordi che i prefissi di-, tri- ecc. non concorrono all'ordine alfabetico dei sostituenti.</li></ul>	<p><b>2,2,4-trimetilpentano</b></p> 

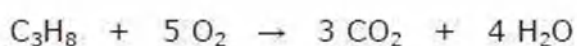
## TIPI DI REAZIONI CHE POSSIAMO AVERE NEGLI ALCANI

### Reazioni di COMBUSTIONE:

Quando gli alcani e i cicloalcani vengono scaldati ad alte temperature e in eccesso di ossigeno, bruciano producendo anidride carbonica CO<sub>2</sub>, acqua e calore: la caratteristica più importante di queste tipi di reazione è proprio quella di liberare grandi quantità di calore e quindi di essere fortemente esotermiche.

Le reazioni di combustione degli alcani vengono perciò sfruttate per produrre calore (gas naturale o olio combustibile) o energia (benzina).

Vengono di seguito riportati le reazioni di combustione del metano (CH<sub>4</sub>) e del propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>):



## Reazioni di SOSTITUZIONE:

Le reazioni di sostituzione sono reazioni che comportano la sostituzione degli atomi di idrogeno, legati con gli atomi di carbonio, con o alogeni (Cl, F, I, Br, At) o con radicali (gruppo Metile, Etile, Propile, ...). Queste sostituzioni possono essere parziali o totali in base a quanti atomi di idrogeno vengono sostituiti.

Un esempio di sostituzione con sostituito un alogeno:



CFC (clorofluorocarburi): sono idrocarburi che non presentano alcun atomo di idrogeno, e non sono più utilizzati a causa della loro dannosità per lo strato di ozono stratosferico (dannosità dovuta esclusivamente al cloro); i CFC (completamente clorurati o fluorurati) sono comunemente gas incolori, senza odore o con debole odore di etere, ininfiammabili, chimicamente stabili.

## Reazioni di SOTTRAZIONE:

Questo tipo di reazione viene chiamata anche reazione di DEIDROGENAZIONE ovvero sono quel tipo di reazione che comportano la perdita di atomi di idrogeno della molecola. Questa reazione comporta la formazione di ALCENI.

Un esempio di reazione di sottrazione:



---

## ALCHENI

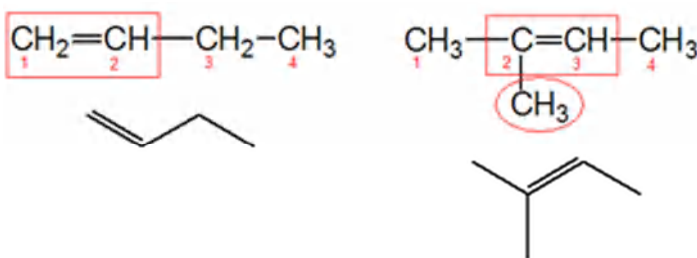
---

Gli alcheni hanno come formula generale  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . Gli alcheni come caratteristiche principali hanno la struttura planare e li possiamo facilmente distinguere perché tra gli atomi di carbonio abbiamo la presenza di un doppio legame carbonio-carbonio ( $\text{C}=\text{C}$ ) quindi sono insaturi.

### Nomenclatura degli ALCENI

La nomenclatura IUPAC degli alcheni segue regole simili a quella degli alcani, tuttavia occorre evidenziare alcune differenze:

- quando si individua la catena principale della molecola, questa deve includere i due atomi di carbonio coinvolti nel doppio legame.
- il nome che viene dato alla catena principale è simile a quanto previsto per gli alcani, ma il suffisso -ANO viene sostituito dal suffisso -ENE (etene, propene, butene, pentene, esene, eptene, ottene, etc.)
- nel numerare la catena principale, dovrà essere assegnato ai due atomi di carbonio coinvolti nel doppio legame il numero più basso possibile.



1-butene

2-metil-2-butene

- quando ognuno dei due atomi coinvolti nel doppio legame ha legati a sé due sostituenti diversi, l'alchene presenta isomeria geometrica. Per distinguere i due isomeri si fa ricorso ai prefissi CIS-, quando i due sostituenti più ingombranti di ogni atomo si trovano sul medesimo lato del doppio legame, e TRANS-, quando i due sostituenti più ingombranti di ogni atomo si trovano sui lati opposti del doppio legame.

Gli alcheni che possiedono più di un doppio legame nella loro catena principale sono detti polieni. In particolare i polieni che possiedono due doppi legami sono detti dieni mentre quelli che ne possiedono tre sono detti trieni.

La nomenclatura IUPAC dei polieni segue le stesse regole di quella degli alcheni con piccole differenze:

- quando si individua la catena principale della molecola, questa deve includere il massimo numero di atomi di carbonio coinvolti in un doppio legame.

- il nome che viene dato alla catena principale è simile a quanto previsto per gli alcani, ma il suffisso -ANO viene sostituito da un suffisso composto da una "-A-", la posizione dei doppi legami, il numero di doppi legami presenti nella catena e dal suffisso -ene (1,3-butadiene, 1,3,5-esatriene)
- nel numerare la catena principale, il numero più basso possibile dovrà essere assegnato a due atomi di carbonio coinvolti in uno dei doppi legami presenti nella molecola.

## TIPO DI REAZIONI CHE POSSIAMO AVERE NEGLI ALCENI

### Reazioni di ADDIZIONE:

Gli acidi alogenidrici, HCl, HBr, HI, si sommano regolarmente agli alcheni per formare gli alogeno-alcani. La reazione è una addizione elettrofila che segue la regola di Markovnikov.

L'H<sup>+</sup> si lega quindi sul carbonio meno sostituito del doppio legame, mentre l'alogeno si lega sul carbonio più sostituito, quello che forma il carbocatione più stabile.

### Reazione di ADDIZIONE (prodotto un alcool):

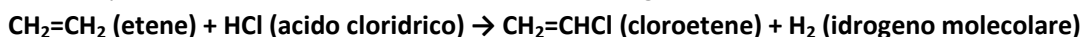
Gli alcheni reagiscono con acqua in ambiente acido per dare gli alcoli. La reazione è una addizione elettrofila ed obbedisce alla regola di Markovnikov.

L'H<sup>+</sup> si lega quindi sul carbonio meno sostituito del doppio legame, mentre l'H<sub>2</sub>O si lega sul carbonio più sostituito, quello che forma il carbocatione più stabile.

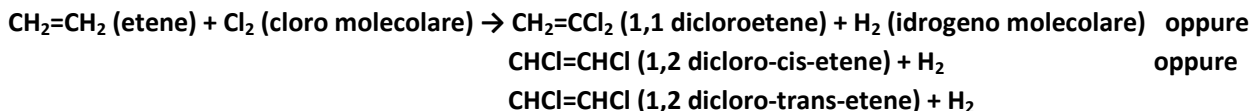
### Reazione di SOSTITUZIONE:

Le reazioni di sostituzione sono reazioni che comportano la sostituzione degli atomi di idrogeno, legati con gli atomi di carbonio, con o alogeni (Cl, F, I, Br, At) o con radicali (gruppo Metile, Etile, Propile, ...). Queste sostituzioni possono essere parziali o totali in base a quanti atomi di idrogeno vengono sostituiti.

Un esempio di sostituzione con sostituito un acido alogenidrico:



Un esempio di sostituzione con un alogeno (possiamo avere 3 prodotti diversi):

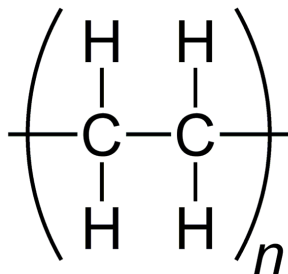


Se i 2 sostituenti stanno nello stesso semipiano chiamo il composto CIS; se i 2 sostituenti stanno in 2 semipiani differenti chiamo il composto TRANS.

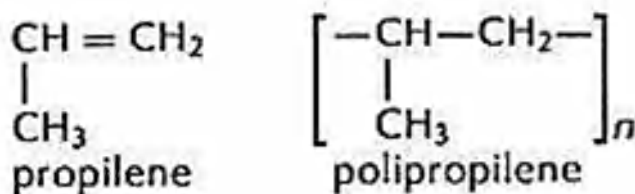
### POLIMERIZZAZIONE degli ALCENI:

Gli alcheni formano vari polimeri e vari copolimeri di seguito l'illustrazione dei più importanti:

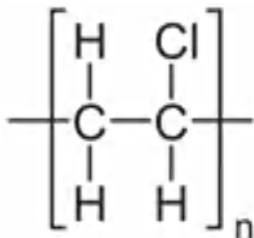
#### - POLIETENE o POLIETILENE:



- **POLIPROPILENE:** molecola di sintesi creata 80 anni fa ma in origine era una molecola atattica inutilizzabile, ma gli scienziati ZIEGLER e NATTA (entrambi premi Nobel) crearono il POLIPROPILENE ISOTATTICO che venne utilizzato come fibra sintetica per vestiti, plastica dura (cestini,... ecc. ...), ... .

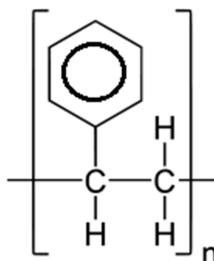


- POLIETILENCLORURO O VINAVIL:



Il copolimero è un polimero composto da 2 monomeri.

- POLISTIROLO o POLISTIRENE:



### Reazioni di SOTTRAZIONE:

Questo tipo di reazione viene chiamata anche reazione di DEIDROGENAZIONE ovvero sono quel tipo di reazione che comportano la perdita di atomi di idrogeno della molecola. Questa reazione comporta la formazione di ALCHINI.

Un esempio di reazione di sottrazione:

**In ambiente acido e in presenza di un catalizzatore (Pt):  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  (etene)  $\rightarrow$   $\text{CH}\equiv\text{CH}$  (etino) +  $\text{H}_2$  (idrogeno molecolare).**

---

## ALCHINI

---

Gli alcheni hanno come formula generale  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . Gli alchini come caratteristiche principali hanno la struttura lineare e li possiamo facilmente distinguere perché tra gli atomi di carbonio abbiamo la presenza di un triplo legame carbonio-carbonio ( $\text{C}\equiv\text{C}$ ) quindi sono insaturi.

### Nomenclatura degli ALCHINI

---

La nomenclatura IUPAC degli **alchini** segue regole simili a quella degli alcani, tuttavia occorre evidenziare alcune differenze:

- quando si individua la catena principale della molecola, questa deve includere i due atomi di carbonio coinvolti nel triplo legame.
  - il nome che viene dato alla catena principale è simile quanto previsto per gli alcani, ma il suffisso -ANO viene sostituito dal suffisso -INO (etino, propino, butino, pentino, esino, eptino, ottino, etc.)
  - nel numerare la catena principale, il numero più basso possibile dovrà essere assegnato ai due atomi di carbonio coinvolti nel triplo legame.
  - nel caso il composto contenga sia un doppio che un triplo legame si usa il suffisso -ENINO e la numerazione di questa catena inizia dall'estremità più prossima ad un legame multiplo (doppio o triplo che sia), ma nel caso di posizioni equivalenti si assegna il numero inferiore al doppio legame.
- 

### TIPI DI REAZIONI CHE POSSONO AVERE GLI ALCHINI

---

#### Reazioni di ADDIZIONE di idrogeno (formazione di alcani e di alcheni):

Avviene a temperature e pressioni non elevate in presenza di catalizzatori metallici quali il platino, il palladio o il nichel, producendo l'alcano corrispondente.

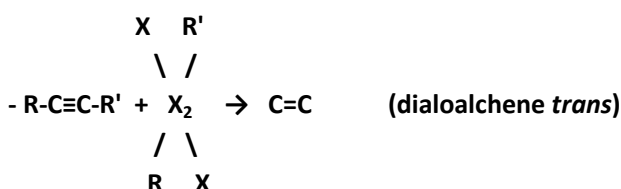
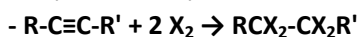
L'idrogenazione dell'alchino è talmente facile che con la maggior parte dei catalizzatori risulta impossibile fermare la reazione prima che questi si trasformi nell'alcano.

Un modo per fermare l'idrogenazione allo stadio di alchene è quello di avvelenare il catalizzatore, cioè trattarlo con sostanze capaci di ridurne l'attività.

#### Reazioni di ADDIZIONE di alogeni e di acidi alogenidrici:

Avvengono in modo analogo a quanto visto per gli alcheni e, come in quel caso, l'orientamento della reazione segue la regola di Markovnikov.

Valgono considerazioni simili a quelle fatte a proposito dell'addizione di idrogeno, ovvero, è possibile fermare l'addizione di alogeno o acido alogenidrico al primo stadio ricorrendo a catalizzatori opportunamente avvelenati o operando a basse temperature. Il prodotto di addizione di una molecola di alogeno forma il trans-dialoalchene.



---

## IDROCARBURI AROMATICI

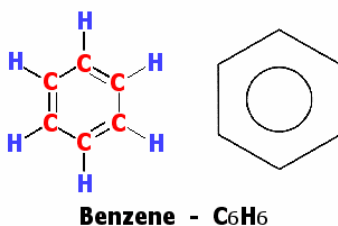
---

Gli idrocarburi aromatici si differenziano dagli idrocarburi alifatici per il fatto che gli elettroni di valenza non sono localizzati ma delocalizzati su un anello.

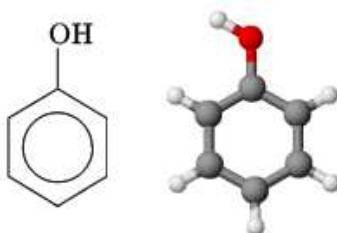
Gli aromatici hanno una struttura spaziale PLANARE a differenza dei cicloalcani che hanno una struttura SPAZIALE.

**I principali aromatici sono:**

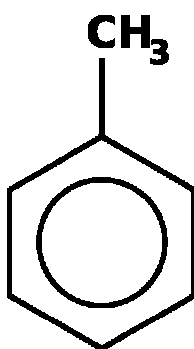
- **BENZENE:**



- **FENOLO:**

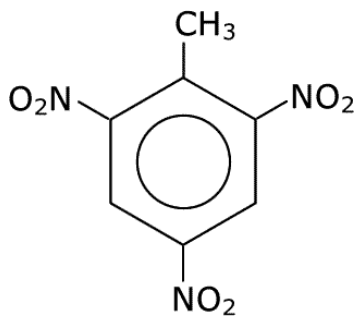


- **TOLUENE:**



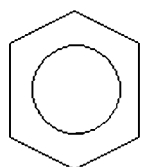
---

- TRINITROTOLUENE:

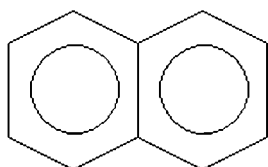


---

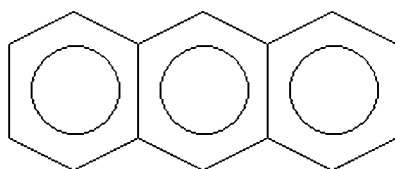
- NAFTALENE (o NAFTALINA), ANTRACENE e FENANTRACENE



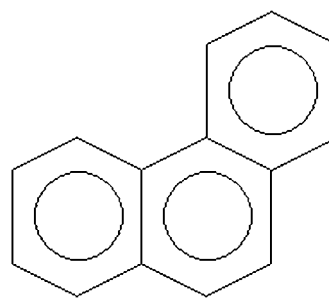
benzene



naftalene



antracene



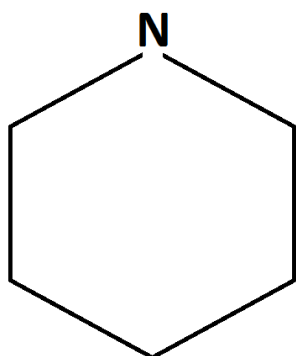
fenantrene

---

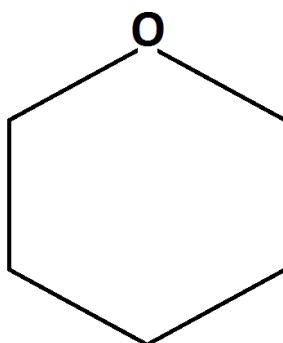
**MOLECOLE ETERO-CICLICHE**

Queste molecole non sono idrocarburi aromatici ma sono molecole che all'interno della catena chiusa hanno un atomo diverso dal carbonio (ETERO= diverso).

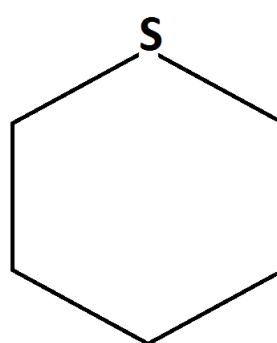
Questi sono 3 esempi di molecole eterocicliche:



BASE AZOTATA



ZUCCHERO



MOLECOLA CONTENENTE ZOLFO (TIO)

---

**AMMINE e AMMIDI**

Sia le AMMINE che gli AMMIDI derivano dall' AMMONIACA ( $\text{NH}_3$ ) ma variano la loro struttura e la loro posizione.

**AMMINE:**

Le AMMINE si formano nel momento in cui all'ammoniaca un idrogeno viene sostituito un gruppo organico (gruppi metili, etili, ecc. ma anche anelli benzemici).

Due esempi di ammine sono:

-  $\text{CH}_5\text{N}$  o METILAMMINA

- METIL-PROPIL-BENZILAMMINA

Le AMMINE sono presenti in natura e sono molto importanti perché costituiscono gli AMMINOACIDI e quindi le PROTEINE.

**AMMIDI:**

Le AMMIDO costituiscono una categoria di composti organici di gruppo funzionale **R-CO-NH<sub>2</sub>**.

Due esempi di ammidi sono:

- **PENTAMETILENDIAMMIDE o PUTRESCINA (derivata dalla decomposizione di molecole azotate)**
  - **ESAMETILENDIAMMIDE o NYLON**
-