

Frère Natalino Prof. Dott. Cesare De Rossi

# CHIMICA 8

# CHIMICA ORGANICA

# INDICE



0)- GENERALITÀ SULLA “CHIMICA ORGANICA”

1)- CARATTERISTICHE DELL'ATOMO DI CARBONIO

- Gli elementi chimici che costituiscono i composti organici

2)- L'ISOMERIA

- l'isomeria di struttura
- la stereoisomeria
- isomeri geometrici o isomeri cis.trans
- isomeri ottici o enantiomeri

3)- IDROCARBURI ALIFATICI

- tipi di carbonio e radicali alchilici
- alcani
- reazioni di sostituzione
- reazioni di combustione
- alcheni
- reazioni di addizione
- reazioni di poliaddizione
- alchini
- cicloalcani
- nomenclatura degli alcani

#### 4)- IDROCARBURI AROMATICI

#### 5)- OLTRE GLI IDROCARBURI: ALTRI COMPOSTI ORGANICI

- Alcoli
- Fenoli
- Eteri
- Aldeidi e Chetoni
- Acidi
- Esteri
- Ammine

#### 6)- MOLECOLE ODOROSE

##### o)- GENERALITÀ SULLA “CHIMICA ORGANICA”

“Chimica Organica” : usata per la 1<sup>a</sup> volta nel secolo XVIII per indicare i composti prodotti dagli organismi viventi, mediante la “Forza Vitale” contenenti carbonio, quindi detta anche “Chimica del Carbonio”,

Oggi, dopo la sintesi, con la quale il tedesco Friedrich Wohler, in laboratorio, senza nessuna “Forza Vitale”, ottenne l’urea,

Per “Chimica Organica s’ intende la chimica dei composti naturali e sintetici del carbonio.

Questi composti, sono più numerosi di quelli formati dal complesso degli altri elementi chimici, per le diverse caratteristiche dell’atomo di carbonio.

##### 1)- CARATTERISTICHE DELL’ATOMO DI CARBONIO

Il carbonio, nell’ultima orbita, ha la configurazione elettronica esterna  $s^2 p^2$  cioè  $2s^2 2p_x^1 y^1 z^0 = 2s^2 2p_x^1 y^1$ .

- A)- ha, quindi, nell’ultima orbita, 4 elettroni di valenza per cui può ionizzarsi in due modi:
- 
- a)- Cedere i 4 elettroni e divenire tetrapositivo +4 raggiungendo la struttura del gas nobile che lo precede (He),
-

- b)- acquistare 4 elettroni e divenire tetranegativo  $-4$  raggiungendo la struttura del gas nobile che lo segue (Ne).
- 
- N.B.- La struttura completa dell'atomo di carbonio comunque è  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$
- 
- B)- Ha un raggio atomico molto piccolo, per cui può formare legami covalenti (semplici, doppi e tripli) molto forti.
- 
- C)- Ha una spiccata tendenza alla concatenazione: forma cioè catene assai stabili di atomi di carbonio legati l'uno all'altro.
- 
- D)- Tali catene possono essere semplici (cioè lineari, costituite da una sola sequenza), ramificate costituite da più sequenze (perché ad una catena si possono legare più catene), o chiuse (formando anelli di atomi di carbonio).

E)- Queste caratteristiche consentono al carbonio di formare molecole più numerose e complesse di quelle di ogni altro elemento. Le molecole che costituiscono gli organismi viventi (dette biomolecole cioè molecole della vita), così grandi e complicate, devono necessariamente basarsi sul carbonio.

F)- In base al tipo di catena formata dagli atomi, i composti del carbonio si distinguono in:

Composti alifatici: che comprendono i composti a catena aperta (semplice o ramificata) e i composti a catena chiusa (composti ciclici) di proprietà simili.:

1. Composti Aromatici: che comprendono i composti ciclici con proprietà simili a quelle del benzene ( $C_6H_6$ )

## Gli elementi chimici che costituiscono i composti organici.

I composti organici possono contenere molti elementi chimici. I più comuni dei quali sono riportati nella tabella che segue.

La maggior parte dei composti organici contiene però pochi elementi: in genere quelli elencati nella 1<sup>a</sup> colonna in ordine d'importanza.

Nel Sistema Periodico questi 7 elementi sono vicini e caratterizzati da un piccolo raggio atomico e da una elettronegatività pressappoco simile: formano quindi legami covalenti e molto forti.

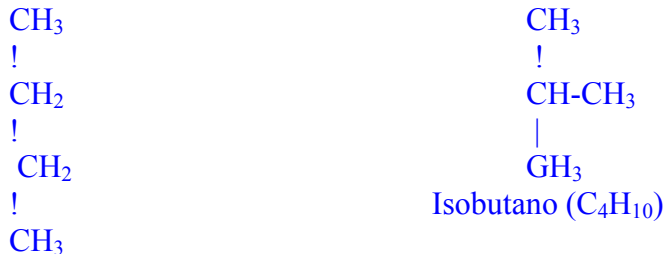
carbonio	litio	alluminio
idrogeno	sodio	zinco
azoto	calcio	manganese
zolfo	bromo	magnesio
cloro	fluoro	ferro
fosforo	iodio	cobalto

## 2)- L'ISOMERIA

Nella chimica organica, molti composti sono formati da molecole che contengono lo stesso tipo e lo stesso numero di atomi, i quali, però, sono legati in modo differente, cosicché i composti hanno differenti proprietà chimiche e fisiche;

l'**isomeria** è l'esistenza di composti diversi che hanno la stessa formula bruta, ma una diversa formula di struttura o una diversa disposizione spaziale degli atomi.

Per esempio: alla formula bruta  $C_4H_{10}$  corrispondono due composti con proprietà chimico-fisiche nettamente diverse:



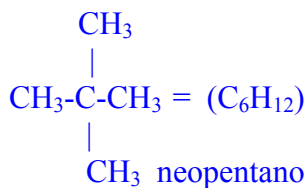
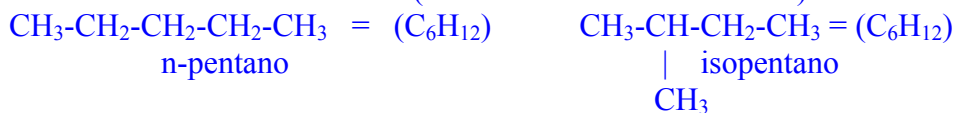
n-butano ( $C_4H_{10}$ )

N.B.- Le formule di struttura possono essere di due tipi: **formule di struttura** e **formule razionali**. Nella **struttura razionale** tutti gli H, legati ad uno stesso atomo di carbonio, vengono sommati.

### - l'isomeria di struttura

Gli **isomeri di struttura**: sono composti chimici con la stessa formula molecolare, ma con diversa formula di struttura, contengono cioè lo stesso numero di atomi, legati però con ordine diverso per cui i composti hanno differenti proprietà chimico-fisiche.

Nel caso del pentano ad esempio,  $C_5H_{12}$ , si possono avere, oltre la catena lineare, due formule di struttura ramificate: (Uso solo le formule razionali):



I 3 isomeri del pentano sono composti diversi:

- hanno diversa temperatura di ebollizione
- aumentando il numero di atomi di carbonio, aumenta il numero di possibili composti differenti.
- 
- Esempi:

Metano	$CH_4$	1 atomo di carbonio	1 isomero possibile
Butano	$C_4H_{10}$	4 atomi di carbonio	2 isomeri possibili
Pentano	$C_5H_{12}$	5 atomi di carbonio	3 isomeri possibili
Ottano	$C_8H_{18}$	8 atomi di carbonio	18 isomeri possibili
Decano	$C_{10}H_{22}$	10 atomi di carbonio	75 isomeri possibili
Pentadecano	$C_{15}H_{32}$	15 atomi di carbonio	47 isomeri possibili

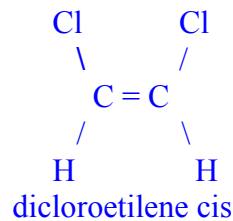
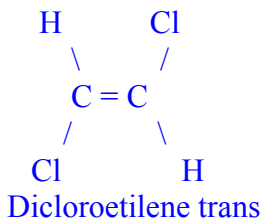
## - la stereoisomeria

Gli **stereoisomeri** sono composti chimici con la stessa formula molecolare e gli atomi legati nello stesso ordine, ma che si differenziano per la configurazione, cioè per la disposizione degli atomi nello spazio.

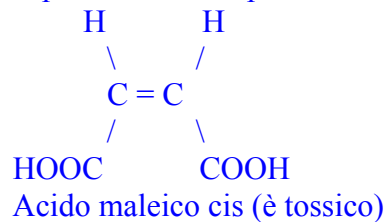
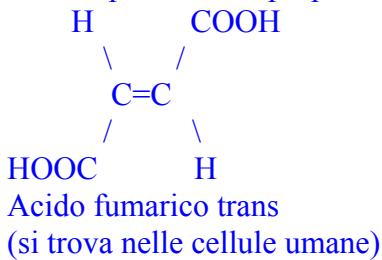
Gli **stereoisomeri** possono essere geometrici oppure ottici.

### - isomeri geometrici o isomeri cis,trans

Se due atomi di carbonio sono legati con un doppio legame (C=C) non possono ruotare l'uno rispetto all'altro, perché per farlo dovrebbero rompere un legame forte. Se questi due atomi di carbonio sono uniti a atomi o a gruppi di atomi differenti, si possono avere due composti differenti con la stessa formula di struttura. Per esempio alla stessa formula di struttura ClCH=CHCl



Un composto cis ha proprietà fisiche e chimiche differenti rispetto ha un composto trans. Esempio:



### - isomeri ottici o enantiomeri

In chimica sono **enantiomorfi** due composti isomeri le cui molecole hanno una struttura tale da essere l'una l'immagine speculare dell'altra.

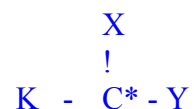
Tali composti hanno proprietà fisiche e chimiche, per lo più, uguali ma sono capaci di far ruotare il piano della luce polarizzata l'uno a destra e l'altro a sinistra.

I composti **enantiomorfi** sono definiti **isomeri ottici o enantiometri** (dal greco **enantios** = **opposto**). Essi, dunque,:

- sono composti le cui molecole sono l'immagine speculare l'una dell'altre.
- sono otticamente attivi cioè capaci di far ruotare il piano della luce polarizzata.
- sono caratterizzati dalle stesse proprietà fisiche eccetto il senso di rotazione del piano della luce polarizzata; l'enantiomero può essere **destrogiro** o **levogiro** a seconda che fa ruotare la luce verso destra (+) o verso sinistra (-).sono caratterizzati dalle stesse proprietà chimiche, eccetto la reattività verso altri composti attivi.

L'**enantiomorfismo** è dovuto alla strutture tetraedrica del carbonio

Si ha **chiralità** (da Kheir=mano) quando un atomo di C è saturato da quattro atomi o gruppi atomici tutti diversi ed è quindi speculare e non perfettamente sovrapponibile, cioè è "**chirale**".



!

Z  
Molecola A

!

specchio

!

Z  
molecola B

Facendo scivolare lentamente verso destra la molecola A fino a sovrapporla alla molecola B, si osserva che le due molecole non coincidono perfettamente in ogni parte.

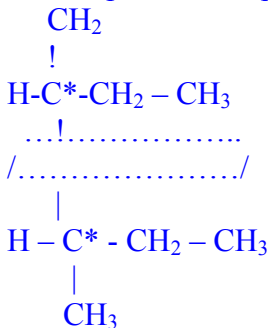


(-) - cervone (menta)

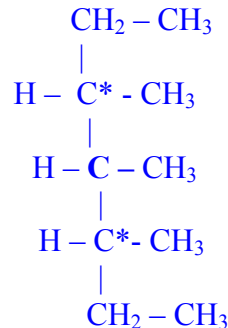


(+) - cervone (cumino)

Se un composto è **achirale** cioè otticamente inattivo anche se contiene dei centri **chirali**, è detto **meso** e presenta un piano di simmetria. Esempio:

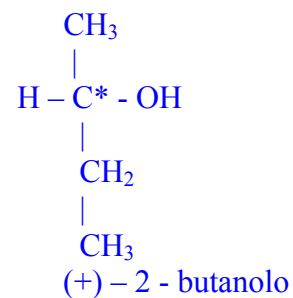
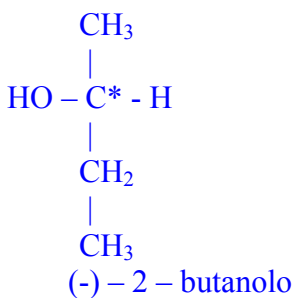


Piano di simmetria



C - Centro di simmetria

Una miscela equimolare di due enantiomeri è detta **racemica** ed è otticamente inattiva perché le proprietà rotatorie delle due molecole sono opposte e, di conseguenza, si elidono.



### 3) = IDROCARBURI ALIFATICI

Gli **idrocarburi** sono sostanze organiche binarie formate da carbonio e idrogeno. Sono di due tipi: **alifatici ed aromatici**.

Gli **idrocarburi alifatici** sono di 4 tipi: le prime 3 sono a catena aperta il 4° tipo è a catena chiusa:

- Idrocarburi saturi o alcani, o paraffine.**
- Idrocarburi etilenici o alcheni o olefine** (non saturi, con doppi legami).
- Idrocarburi acetilenici o alchini** (non saturi con tripli legami).
- Idrocarburi aliciclici o idrocarburi alifatici a catena chiusa** come i cicloalcani.

## - tipi di carbonio e radicali alchilici

- a)- **Tipi di carbonio:**
- **CH<sub>3</sub>** carbonio primario
  - **CH<sub>2</sub>** carbonio secondario
  - **CH** carbonio terziario
- CH<sub>3</sub> (carbonio primario)  
 | !-----> (carbonio secondario)  
 CH<sub>3</sub>-CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> (carbonio primario)  
 !-----> (carbonio terziario)
- b)- **Tipi di idrogeno:**
- **CH<sub>3</sub>** idrogeno primario
  - **CH<sub>2</sub>** idrogeno secondario
  - **CH** idrogeno primario
- CH<sub>3</sub> (idrogeno primario)  
 | !-----> (idrogeno secondario)  
 CH<sub>3</sub>-CH-CH<sub>2</sub> CH<sub>3</sub> (idrogeno primario)  
 |----->(idrogeno primario)
- c)- **Radicale degli alcani:** si ottengono dagli alcani meno un atomo di H:  
 -CH<sub>3</sub>=metile, -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>=etile, -C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>=propile, -C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>=butile ecc.

## - Alcani

Gli alcani hanno questa formula generale: **C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>**

<b>Radicali alifatici:</b>		<b>C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub></b>	
<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>metano</b>	<b>-CH<sub>3</sub></b>	<b>metile</b>
<b>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></b>	<b>etano</b>	<b>-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub></b>	<b>etile</b>
<b>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></b>	<b>propano</b>	<b>-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub></b>	<b>propile</b>
<b>C<sub>4</sub>H<sub>10</sub></b>	<b>butano</b>	<b>-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub></b>	<b>butile</b>
<b>C<sub>5</sub>H<sub>12</sub></b>	<b>pentano</b>	<b>-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub></b>	<b>pentile</b>
<b>C<sub>6</sub>H<sub>14</sub></b>	<b>esano</b>	<b>-C<sub>6</sub>H<sub>13</sub></b>	<b>esile</b>
<b>C<sub>7</sub>H<sub>16</sub></b>	<b>eptano</b>	<b>-C<sub>7</sub>H<sub>15</sub></b>	<b>eptile</b>
<b>C<sub>8</sub>H<sub>18</sub></b>	<b>ottano</b>	<b>-C<sub>8</sub>H<sub>17</sub></b>	<b>ottile</b>
<b>C<sub>9</sub>H<sub>20</sub></b>	<b>nonano</b>	<b>-C<sub>9</sub>H<sub>19</sub></b>	<b>nonile</b>
<b>C<sub>10</sub>H<sub>22</sub></b>	<b>decano</b>	<b>-C<sub>10</sub>H<sub>21</sub></b>	<b>decile</b>
<b>C<sub>11</sub>H<sub>24</sub></b>	<b>undecano</b>	<b>-C<sub>11</sub>H<sub>23</sub></b>	<b>undecile</b>
<b>C<sub>12</sub>H<sub>26</sub></b>	<b>duodecano</b>	<b>-C<sub>12</sub>H<sub>25</sub></b>	<b>duodecile</b>
<b>C<sub>13</sub>H<sub>28</sub></b>	<b>tridecano</b>	<b>-C<sub>13</sub>H<sub>27</sub></b>	<b>tridecile</b>
<b>C<sub>14</sub>H<sub>30</sub></b>	<b>tetradecano</b>	<b>-C<sub>14</sub>H<sub>29</sub></b>	<b>tetradecile</b>
<b>C<sub>15</sub>H<sub>32</sub></b>	<b>pentadecano</b>	<b>-C<sub>15</sub>H<sub>31</sub></b>	<b>pentadecile</b>

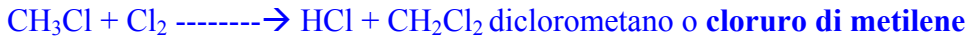
Gli **alcani** differiscono l'uno dall'altro per un **CH<sub>2</sub>**, formano una **serie omologa** e hanno lo stesso Comportamento chimico.

Le proprietà fisiche di una serie omologa variano con regolarità in base all'aumento degli atomi di carbonio.

- I primi 4 termini della serie sono gassosi (si ottengono dalla distillazione del petrolio).
- Dal 5° al 17° sono liquidi (si trovano nel petrolio)
- I restanti sono solidi (si ottengono dalla distillazione frazionata del petrolio)
- Sono definiti **paraffine** per la poca reattività.
- Gli **alcani** sono soggetti solo a reazioni di sostituzioni e di combustione.

### - reazioni di sostituzione

Possono sostituire uno o più H con alogeni dando gli **alogenuri alchilici**:



### - reazioni di combustione

Sono reazioni con l'ossigeno per cui si formano **anidride carbonica e acqua**:



I legami da rompere, **molto forti**, contribuiscono ad alimentare l'energia di attivazione di queste reazioni che non avvengono se non innescate (fiamma).

Quando avvengono producono una **grande quantità di calore**, perché i legami formati da carbonio e ossigeno sono più forti di quelli rotti.

Questo è il motivo per cui gli **alcani sono utilizzati per produrre energia mediante combustione**.

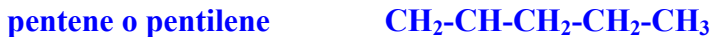
Un'altra reazione caratteristica degli alcani è il **cracking o pirolisi o piroschissione** che consiste nel **decomporre un composto con calore e in assenza di aria**. Si ottengono **alcani e alcheni** con molecola più piccola, dell'alcano iniziale, e, idrogeno.

### - Alcheni

Gli o **idrocarburi etilenici** sono caratterizzati dal fatto che nella loro catena due atomi di carbonio sono uniti con un doppio legame, per cui nella formula generale hanno due atomi di H in meno dei corrispondenti idrocarburi saturi. La loro formula generale è:



La serie si definisce **etilenica** perché il primo termine del gruppo è l'etilene:



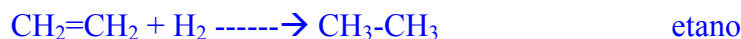
I primi termini della serie sono **gassosi**, i termini seguenti, con l'aumentare del numero degli atomi di carbonio, sono **liquidi** e quindi **solidi**. La fonte principale degli alcheni è il petrolio da cui si ottengono per **cracking**. Il nome di ciascun termine della serie si ottiene sostituendo la desinenza **ene** alla desinenza **ano** dell'alcano corrispondente: per esempio:

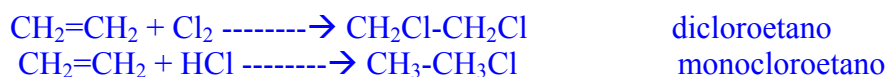


Gli **Alcheni** si definiscono **insaturi** perché il doppio legame tra gli atomi del carbonio può spezzarsi facilmente, liberando delle valenze. A differenza degli Alcani che possono originare solo prodotti di sostituzione, questi idrocarburi sono molto più **reattivi** e possono essere soggetti a reazioni di addizione e di poliaddizione.

### - reazioni di addizione

In queste reazioni si verifica la rottura del doppio legame e la formazione di **legami semplici**. Per esempio alcune reazioni dell'**etene** sono:





### - reazioni di poliaddizione

Queste reazioni consistono nell'addizione di più molecole di alchene: si forma una sostanza detta **polimero**, in cui sono presenti solo legami semplici.

I **polimeri** sono dunque sostanze costituite da **macromolecole** (cioè molecole formate da unità uguali tra loro, che si ripetono in una catena per centinaia o migliaia di volte). Per esempio:



Il **polietilene** è dunque un polimero dell'**etene**; il **propilene** è un polimero del propene e così via.

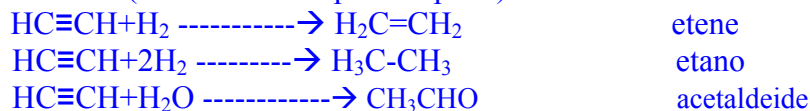
I **polimeri** sono molto importanti per l'industria, perché numerose materie plastiche sono appunto polimeri ottenuti mediante poliaddizione di alcheni.

### - Alchini

Gli **alchini** sono idrocarburi a catena aperta e insaturi, caratterizzati da un **triplo legame**. La loro formula generale è:



Il loro nome termina con la desinenza **-ino-**. Sono soggetti a reazioni di addizione. Per esempio sono reazioni di addizione all'**etino** (che è l'alchino più semplice):



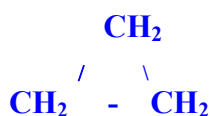
Si osserva che una molecola di **etino** può addizionare una o due molecole di idrogeno. L'**etino** o l'**acetilene** è un gas incolore che reagisce con l'ossigeno, producendo un'**intensa luce e un forte calore**. Per cui era un tempo usato in lampade per illuminazione ed è normalmente impiegato nella **fiamma acetilenica** per saldare, oltre che per la preparazione di **materie plastiche**.

### - Cicloalcani

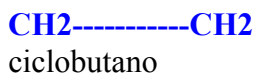
I **cicloalcani** sono alcani in cui la catena di atomi di C è ripiegata su se stessa in modo da formare un **anello**. Poiché l'anello è chiuso i **cicloalcani** hanno due atomi di H in meno rispetto agli alcani e la loro formula generale è :



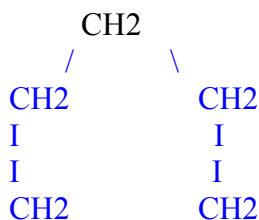
I principali **cicloalcano** sono:



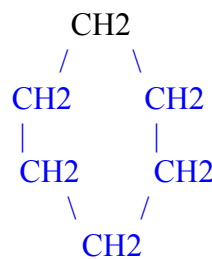
Ciclopropano



ciclobutano



Ciclopentano



Cicloesano

Il nome dei cicloalcani, si forma aggiungendo il prefisso **ciclo** al nome dei corrispettivi alcani.

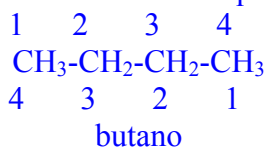
Tra i cicloalcani a temperatura ambiente sono **gassosi** il **ciclopropano** e il **ciclobutano** che sono i più reattivi.

Come i cicloalcani danno prodotti di sostituzione e di addizione.

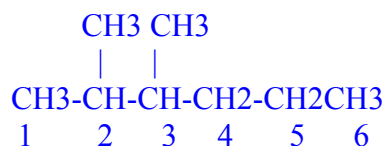
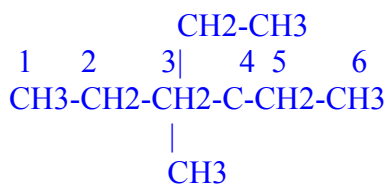
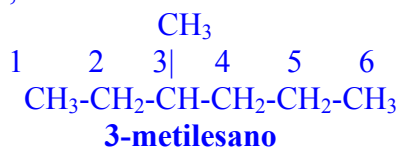
## - nomenclatura degli alcani ramificati

### (Convenzione IUPAC)

Quando si deve denominare un composto organico, è utile attribuire agli atomi di carbonio numeri che indichino la loro posizione nella formula di struttura. In una molecola lineare, non ramificata, la numerazione degli atomi di carbonio può iniziare da una qualsiasi delle estremità della molecola:



In caso di idrocarburi ramificati, l'attribuzione del nome si effettua seguendo le norme della **convenzione IUPAC**. Esempi:



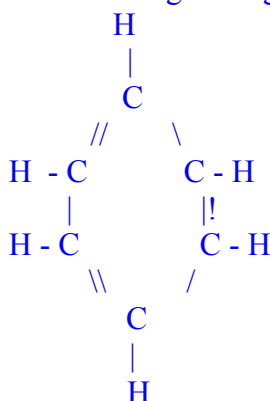
### NORME DELLA CONVENZIONE IUPAC

Le regole per assegnare il nome ad un alcano ramificato secondo IUPAC sono le seguenti:

- 1- La **catena principale** è la più lunga catena di atomi di carbonio;
- 2- La **numerazione della catena degli atomi di carbonio** avviene partendo dalla estremità più vicina alla ramificazione;
- 3- Il **sostituente** viene denominato come alchile andando in ordine alfabetico;
- 4- La **posizione del sostituente** viene individuata da un numero il più piccolo possibile;
- 5- **Sostituenti uguali** sono preceduti dal prefisso **di ...tri ... tetra ...**;
- 6- Occorre indicare sempre tanti **numeri** per altrettanti **sostituenti**; se i **sostituenti** sono uguali i **numeri vanno ripetuti**;

## 4) = IDROCARBURI AROMATICI

Sono **idrocarburi** il **benzene** e **tutti gli idrocarburi** con caratteristiche simili a quelle del **benzene**. Il loro radicale si indica con il simbolo **Ar** ("Arile"). Il **benzene** o **benzolo** che è il più semplice tra gli idrocarburi aromatici, ha formula grezza **C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>**: nella sua molecola, gli atomi di Carbonio sono disposti ai vertici di un esagono regolare:





Nella Molecola del benzene tutti i legami sono identici, con caratteristiche intermedie tra quelle del legame singolo e quelle del legame doppio. L'Equivalenza dei legami si indica con la divide semplificata (esagono con dentro un cerchio) rappresenta la distribuzione uniforme dei sei elettroni di legame lungo l'anello.

Il benzene, che è un liquido, è uno dei composti del petrolio ed è soprattutto utilizzato come solvente per la preparazione di numerosi composti. Poiché l'anello del **benzene** è eccezionalmente stabile, le reazioni avvengono per sostituzione di uno o più atomi di H dell'anello con altri atomi o gruppi di atomi; si forma così, per esempio, il **toluene o toluolo**, molto usato come solvente per vernici, per la preparazione del **tritol** (TNT o trinitrotoluene) e della saccarina.:  **$C_6H_5-CH_3$  metilbenzene o toluene o toluolo.**

Nel caso del **toluene** o di altri composti simili, all'anello del **benzene** è legato un unico sostituente, per cui è indifferente dove avviene il legame, perché tutte le posizioni sono equivalenti.

Altri esempi sono:  **$C_6H_5-OH$  ossibenzene o fenolo o acido fenico**

**$C_6H_5-COOH$  acido benzoico**

Nei composti formati da due sostituenti, invece, è necessario indicare la posizione in cui avvengono le sostituzioni, in uno dei seguenti modi:

a)- numerando gli atomi di carbonio, in senso orario, e indicando nella nomenclatura tale posizione: 1-3-dimetilbenzene  **$C_6H_5-1-3-CH_3$**

b)- indicando la disposizione del secondo sostituente rispetto al 1° con i prefissi: **o = orto = 1-2; m = meta = 1-3; p = para = 1-4: Esempi:**

**$C_6H_4-1CH_3-2CH_3$  orto-xilene o o-xilene - orto-xilolo o o-xilolo**

**$C_6H_4-1CH_3-3CH_3$  meta-xilene o m-xilene - meta-xilolo o m-xilolo**

**$C_6H_4-1CH_3-2CH_3$  para-xilene o p-xilene - para-xilolo o p-xilolo**

In particolare, i tre derivati detti **xilemi o xiloti**, sono utilizzati come solventi per resine e vernici oltre che per la preparazione di materie plastiche.

Altri importanti idrocarburi aromatici sono:

c)- Il **naftalene o naftalina** la cui formula grezza è  **$C_{10}H_8$**  oppure ( **$C_6H_4-C_4H_4$** ): solido, utilizzato per preparare tarmicidi e coloranti.

d)- l'**antracene**  **$C_{14}H_{10}$**  o ( **$C_6H_4-2CH_2-C_6H_4$** ): solido, generalmente preparato mediante la distillazione del catrame di carbon fossile e soprattutto usato per produrre coloranti;

e)- Il **fenantrene**  **$C_{14}H_{10}$**  o ( **$C_6H_4-2CH_2-C_6H_4$** ) il  **$C_6H_4$**  ultimo è collocato diversamente: isommero dell'antracene, utilizzato per la preparazione di coloranti.

f)- Il **benzopirene**  **$C_{12}H_{12}$**  o ( **$C_6H_4-CH-CH_2-2CH_3$** ) che è cancerogeno, si forma durante la combustione incompleta dei derivati del petrolio e si trova nel fumo delle sigarette.

Le più comuni reazioni degli idrocarburi aromatici avvengono per sostituzione di uno o più atomi di H dell'anello del **benzene** con altri atomi o gruppi atomici, possono quindi prendere il nome dal tipo di sostituzione effettuata:

<b>formula bruta</b>	<b>- Nome del composto</b>	<b>- reazione</b>
$C_6H_5-Cl$	Clorobenzene	Clorurazione
$C_6H_5-Br$	Bromobenzene	Bromurazione
$C_6H_5-NO_2$	Nitrobenzene	Nitrazione
$C_6H_5-SO_3H$	Acido benzensolfonico	Solfanatazione

$C_6H_5-CH_3$	Toluene	Alchilazione
$C_6H_5-CH_2-CH_3$	Etilbenzene	Alchilazione

## 5) OLTRE GLI IDROCARBURI: ALTRI COMPOSTI ORGANICI

In aggiunta agli idrocarburi (formati solo da atomi di carbonio e di idrogeno), esistono numerosi altri composti organici che contengono anche ossigeno, azoto, zolfo e alogeni, oltre che idrogeno. Questi composti possono essere comunque considerati come derivati dagli idrocarburi per sostituzione di uno o più atomi di H con atomi o gruppi di atomi, definiti **gruppi funzionali** perché determinano il comportamento chimico dei composti stessi

Composti Organici	Gruppo Funzionale	Formula Generale
Alcoli	Gruppo ossidrilico -OH	R-OH
Fenoli	Gruppo ossidrilico -OH	Ar-OH
Eteri	- O -	R-O-R'
Aldeidi	Gruppo aldeidico -CHO	R-CHO
Chetoni	Gruppo Carbonilico =C=O	R-CO-R'
Acidi	Gruppo Carbossilico -COOH	R-COOH
Esteri	-COO-	R-COOR'
Ammine	Gruppo Amminico	R-NH <sub>2</sub>
	=NH <sub>2</sub> o -NH- o =N-	R <sub>2</sub> -NH
		R <sub>3</sub> -N

Nella formula generale, R indica il gruppo alchilico dell'idrocarburo di provenienza a cui segue il gruppo funzionale caratteristico; Ar indica il gruppo acrilico.

### - Alcoli

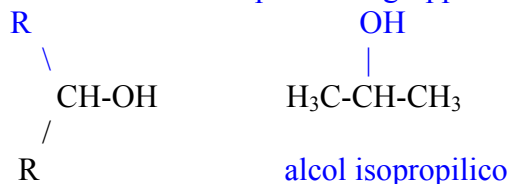
Caratterizzati dal **gruppo ossidrilico o ossidrilico -OH**, prendono il nome dal corrispondente idrocarburo che ha lo stesso numero di atomi di carbonio, sostituendo al suffisso "o" il suffisso "olo", comunemente si utilizza anche la locuzione "alcol...ilico" Per esempio dal metano (CH<sub>4</sub>) deriva il **metanolo o alcol metilico CH<sub>3</sub>-OH**.

In base alla loro struttura gli alcoli si distinguono in:

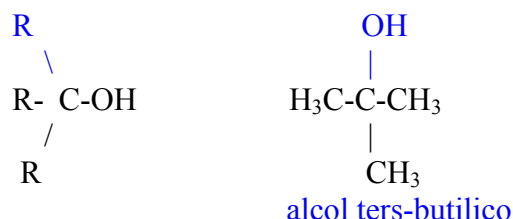
**a)- primari**, quando il gruppo ossidrilico è legato ad un atomo di carbonio **primario** (cioè ad un atomo di carbonio che porta un solo gruppo Alchilico): **R-CH<sub>2</sub>-OH**.

**Per esempio: GH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH** alcol n-propilico

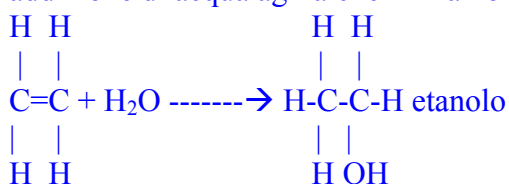
**b)- secondari**, quando il gruppo ossidrilico è legato ad un atomo di **carbonio secondario** (cioè ad un atomo di carbonio che porta due gruppi alchilici)



**c)- terziari**, quando il gruppo ossidrilico è legato ad un atomo di carbonio terziario (cioè ad un atomo di carbonio che porta tre gruppi alchilici)



Gli alcoli possono essere preparati facendo fermentare gli zuccheri mediante lieviti, oppure per addizione di acqua agli alcheni in ambiente acido



Il comportamento chimico degli alcoli è determinato dalla presenza dell'ossidrile (OH); la parte alchilica della molecola invece influisce soprattutto sul punto di ebollizione e sulla solubilità in acqua, che diminuisce con l'aumentare del numero di atomi di carbonio..

I gruppi ossidrilici formano tra loro legami a idrogeno che determinano il più alto punto di ebollizione e la maggior solubilità in acqua degli alcoli rispetto agli idrocarburi di simile peso molecolare.

### - Fenoli

I **fenoli** sono caratterizzati dal gruppo ossidrilico **-OH** ma differiscono dagli **alcoli**, perché l'ossidrile è legato direttamente a un anello aromatico (**Ar-OH**), questo fatto modifica le proprietà del gruppo ossidrilico, soprattutto per quanto concerne la sua acidità: il fenolo, per esempio, è circa un milione di volte più acido dell'etanolo.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$  fenolo

$\text{C}_6\text{H}_4\text{-1OH-3CH}_3$  m-cresolo (meta-cresolo)

I **fenoli** sono liquidi o solidi bassofondenti, scarsamente solubili in acqua, che possono essere ricavati dalla distillazione di carboni fossili oppure sintetizzati industrialmente (in particolare il **fenolo** si ottiene facendo reagire il clorobenzeno con una soluzione acquosa di idrossido di sodio, alla temperatura di 300° circa). Alcuni **fenoli** possono essere estratti anche dagli oli essenziali di alcune specie di piante.

Il **fenolo** o **acido fenico** è caustico e tossico; si usa soprattutto come disinfettante e nella preparazione di coloranti sintetici. Nell'industria chimica è il prodotto di partenza per la produzione della **bakelite**.

### - Eteri

Caratterizzati dal gruppo funzionale **-O-**, gli **eteri** possono essere considerati composti derivati dall'acqua per sostituzione dei due atomi di H con gruppo alchilici o acrilici (per esempio, una molecola di **benzene** privata di un atomo di H  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-}$ ). Il nome degli **eteri** deriva da quello dei due gruppi leganti all'atomo di ossigeno. Per esempio:

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$  etere di etilico

L'**eteredietilico** (comunemente chiamato **etere**) è usato come anestetico e come **solvente**, ma è una sostanza pericolosa, perché è molto volatile e i suoi vapori sono estremamente infiammabili.

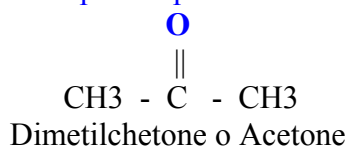
Gli **eteri** sono sostanze relativamente poco reattive; per esempio sono inerti nei confronti delle basi, degli ossidanti e dei riducenti

### - Aldeidi e Chetoni

Caratterizzati dal gruppo carbonilico o **carbonile** =CO prendono nome dal corrispondente idrocarburo.

a)- Per le **aldeidi** si sostituisce al suffisso “o” il suffisso “-ole”, mentre comunemente si utilizza la locuzione **aldeide.....ica**. Per esempio dal **metano** (CH<sub>4</sub>) deriva il **metanale** o **aldeide formica** H-CHO

b)- Per i **chetoni** si sostituisce al suffisso “-o” il suffisso “-one” mentre comunemente si utilizza un nome che ricorda la provenienza del composto. Per esempio dal **propano** (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>) deriva il **propanone** detto anche **dimetilchetone** perché presenta due metili legati al **carbonile**.



Aldeidi e chetoni si preparano per ossidazione degli alcoli, in particolare, le aldeidi derivano dagli alcoli primari e i chetoni dagli alcoli secondari,

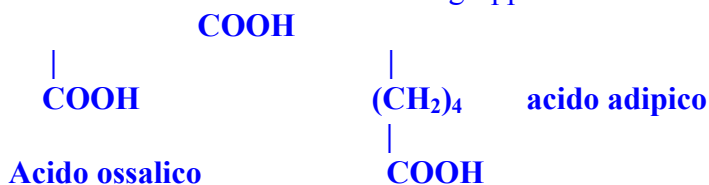
Entrambi i componenti sono molto reattivi per la presenza del doppio legame carbonio=ossigeno responsabile di molte reazioni di addizione. Le aldeidi sono facilmente ossidabili, trasformandosi nei corrispondenti acidi carbossilici; i chetoni si ossidano solo in presenza di forti ossidanti.

### - Acidi

Caratterizzati dalla presenza del gruppo carbossilico o **carbossile** -COOH, come dal corrispondente idrocarburo, sostituendo alla “-o” finale il suffisso “-oico”.

Per esempio dal metano (CH<sub>4</sub>) deriva l'acido **metanoico** detto anche **acido formico** H.COOH.

Gli acidi nella cui molecola esistono due gruppi carbossilici detti **acidi bicarbossilici**. Per esempio



Se nella molecola sono presenti sia gruppi carbossilici abbiamo **ossiacidi**. Per esempio:



**Acido lattico**



**Acido tartarico**

Le molecole degli acidi carbossilici sono **molari** e capaci di formare **legami a idronebo** fra loro e con altre molecole.

I primi termini della serie sono **liquidi** e caratterizzati da un odore molto forte; i composti con 10 e più atomi di C sono **solidi e quasi inodori**.

I primi 4 termini della serie sono **solubili in acqua** in tutte le proporzioni; La solubilità in acqua diminuisce man mano che si allunga la catena di atomi di C. Gli **acidi carbossilici insolubili** in acqua o idrofobi sono detti **acidi grassi**.

N° atomi di C	Nome tradizionale	Nome IUPAC	Punto fusione (°C)	Punto ebolliz. (°C)
1	acido formico	ac. metanoico	8	102

2	acido acetico	ac. etanoico	17	118
3	acido propionico	ac. propanoico	22	141
4	acido butirrico	ac. butanoico	-6	164
5	acido valerianico	ac.pentanoico	-35	187
6	acido capronico	ac.esanoico	-1	205
8	acido caprilico	ac.ottanico	16	240
10	acido caprinico	ac.decanoico	31	269
12	acido laurico	ac.dodecanoico	14	-
14	acido miristico	ac.tetradecan.	58	-
16	acido palmitico	ac.esadecanoic	64	380
18	acido stearico	ac.ottadecanoi.	69	383

La capacità degli acidi carbossilici è determinata dal carbossile, che permette 2 tipi di reazione:

**a)-** Le reazioni che determinano la rottura del legame **-O-H** nel carbossile. A tale tipo di reazioni appartiene la ionizzazione degli **acidi carbossilici** in acqua:



Che evidenzia la proprietà più importante di tali composti, cioè la loro acidità.

**b)-** Le reazioni che determinano la sostituzione del gruppo **-OH**. Da tale sostituzione derivano:

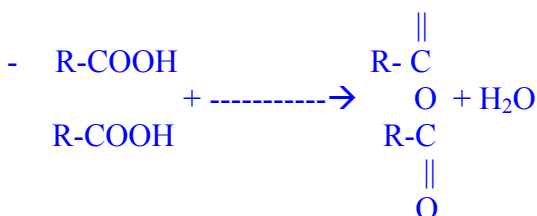
- **alogeni acilici**, se un **alogeno** prende il posto di un **-OH**:



- **esteri** se l'acido reagisce con un alcol;



- **anidridi** se due acidi reagiscono, eliminando una molecola d'acqua:



- **ammidi** se il gruppo **-NH<sub>2</sub>** prende il posto dell'ossidrile:



I più importanti dal punto di vista industriale sono gli **esteri**.

### - Esteri

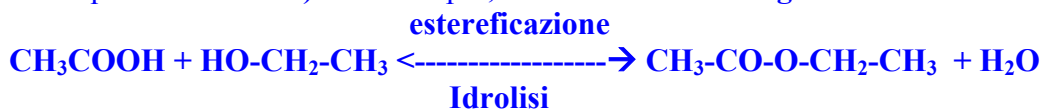
Gli **esteri** si ottengono dagli acidi carbossilici mediante la sostituzione dell'**ossidrile** contenuto nel gruppo carbossilico con un gruppo **alcossilico -OR**. Il loro nome si ottiene come per i sali, utilizzando il suffisso "**-ato**" acilico e il suffisso "**-ile**" per la parte alcossilica. Per esempio:



Acido acetico    alcol etilico                      acetato di etile    acqua

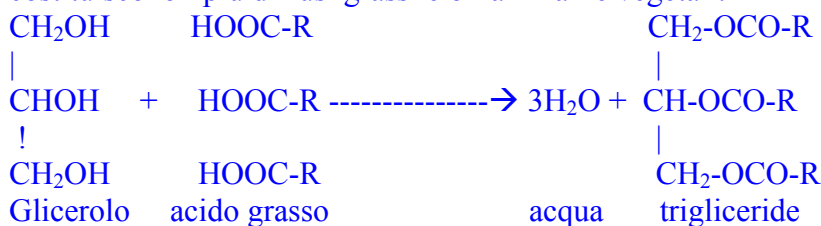
Gli **esteri** sono insolubili in acqua (eccetto quelli di basso peso molecolare) ed hanno temperature di ebollizione relativamente basse. In genere hanno odore gradevole, per cui sono utilizzati nell'industria dei profumi e per conferire aroma ai dolci. In particolare, il tipico odore degli agrumi è dovuto agli **esteri contenuti nella buccia**.

Gli esteri possono essere ottenuti mediante **esterificazione**, cioè riscaldando una miscela di acido carbossilico e alcol, in presenza di un catalizzatore acido ( $\text{HCl}$  o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ); la reazione inversa si chiama **idrolisi degli esteri** (l'andamento della reazione verso destra o verso sinistra dipende dalle condizioni in cui si verifica e segue le leggi dell'equilibrio chimico). Per esempio, **secondo la reazione già indicata:**



Particolare importanza hanno gli **esteri della glicerina o glicerolo**.

L'**esterificazione con acidi grassi G** di tre molecole di glicerolo forma i **trigliceridi**, che costituiscono i più diffusi grassi e oli animali e vegetali.



### - Ammoniac

Caratterizzate dal gruppo funzionale amminico ( $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NH}-$ ,  $=\text{N}-$ ), le **ammine** possono essere considerate composti derivanti dall'ammoniaca per sostituzione con gruppi **alchilici o acrilici di uno, due, tre atomi di H**, ottenendo rispettivamente:

- a)- **ammine primarie** per esempio  $\text{CH}_3\text{-NH}_2$  **metilammina**  
 b)- **ammine secondarie** per esempio  $\text{CH}_3\text{-NH-C}_2\text{H}_5$  **metiletilammina**  
 c)- **ammine terziarie** per esempio  $(\text{CH}_3)_3\text{-N}$  **trimetilammina**

Il nome delle **ammine** si ottiene, dunque, aggiungendo al nome dei gruppi alchilici ed acrilici, legati all'azoto, il suffisso ammina:



Le ammine sono sostanze basiche, con un comportamento simile a quello dell'ammoniaca; sono inoltre sostanze volatili di odore sgradevole, che si trovano in natura in alcuni vegetali e si formano nella decomposizione di molte sostanze azotate (per esempio, conferiscono al pesce guasto il caratteristico odore).

Tra le **ammine aromatiche**, l'**anilina** è usata per la preparazione di coloranti e prodotti farmaceutici.

In generale le **ammine** hanno grande importanza per l'industria chimica; in particolare, la esametildiammina  $\text{H}_2\text{-N-(CH}_2)_6\text{-NH}_2$  dà luogo, con l'acido adipico  $\text{HOOC-(CH}_2)_4\text{-COOH}$  a reazioni di policondensazione durante le quali vengono eliminate molecole d'acqua per originare come prodotto finale il nylon.

### 6) - MOLECOLE ODOROSE

Che una sostanza abbia odore o meno dipende dal fatto che le sue molecole possano eccitare le sensazioni nervose olfattive situate nel naso.

Le molecole odorose sono chiamate anche **osmofore** (dalla parola greca che significa odore). La relazione tra la loro struttura molecolare e la sensazione che provocano rimane oscura.

Un primo requisito, per gli odori, è che una sostanza sia volatile, perché altrimenti non potrebbe raggiungere il naso; un secondo requisito è che sia almeno leggermente solubile in acqua, perché altrimenti non si potrebbe sciogliere nel **muco** (la soluzione acquosa che viene secreta dalle

**dell'epitelio olfattivo** e ricopiale terminazioni nervose che vi si trovano). E' stato calcolato che in media il nostro naso può distinguere circa **400 diversi odori**, mentre il naso di un soggetto particolarmente sensibile può arrivare a riconoscerne fino a 10000.

#### **A)- Odore di chiodi di garofano e di gorgonzola:**

E' dovuto al **2-eptanone (C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>O)**, un composto liquido dall'odore di chiodi di garofano, nei quali è contenuto.

La presenza del **2-eptanone** spiega l'odore di molti frutti e latticini . La molecola è anche responsabile dell'aroma del formaggio tipo gorgonzola, che si ottiene inoculandola cagliata con le **spore di Penicilliumroquefortii**, una muffa. Come il butadiene, che fornisce al burro, al siero di latte, alla panna acida e alla ricotta il loro odore caratteristico, il **2-eptanone è un chetone**.

#### **B)- Odore di lamponi maturi, violette e fieno:**

Ne sono responsabili il**3-para-idrossifenil-2-butanone C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>** e lo **ionone C<sub>13</sub>H<sub>20</sub>O**. Il **3-(para-idrossifenil)-2-butanone** è la molecola principalmente responsabile dell'odore dei **lamponi maturi** ed è uno degli ingredienti dell'aroma sintetico del lampone.

Il profumo della frutta appena colta è dovuta in parte allo **ionone**, che è anche responsabile degli odori delle violette e del fieno seccato al sole. Lo **ionone** è il componente fragrante dell'essenza di violette che si ottiene (mediante estrazione con solventi) dai fiori della varietà blu e porpora della viola odorata.

#### **C)- Odore di pop-corn e arachidi:**

Le molecole che contengono un anello benzenico (ma in cui uno o più atomi di carbonio sono stati sostituiti da atomi di azoto) giocano un ruolo importante nell'aroma dei cibi trattati con il calore. La molecola piridinica è responsabile dell'odore penetrante dei pop-corn. La molecola della pirazina è responsabile dell'odore delle arachidi. Le pirazine contribuiscono anche agli aromi del pane biscottato, del whisky, del cioccolato e di varie verdure crude tra cui i peperoni.

#### **D)- Odore di caffè:**

Molecola **2-furimatantiolo C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>OS** aroma del caffè. È tra gli artefici dell'aroma del caffè i grani tostati della **Coffea arabica**.

#### **E)- Odore di vaniglia C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>**

La **vanillina** è il componente essenziale dell'essenza di vaniglia che è estratta dai baccelli fermentati ed essiccati della vaniglia (*Vanilla fragrans*) che cresce prevalentemente in Madagascar, Messico e Tahiti. La vanillina è uno dei composti aromatici più ampiamente usati e le riserve naturali sono insufficienti. Essa perciò viene sintetizzata su vasta scala. Viene utilizzata in profumeria, in pasticceria (il cioccolato è una miscela di vanillina, zucchero e cacao) e per mascherare l'odore di alcuni prodotti confezionati.

#### **G)- Odore di aglio e cipolla**

I composti contenenti zolfo sono responsabili dell'odore pungente delle specie del genere **allium** tra cui (**A. allium**) e la cipolla (**A.cepa**). l'aglio e la cipolla sono inodori fino a che non sono sciacciati e affettati. Il disolfuro di diallile C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>S<sub>2</sub> è responsabile dell'odore di aglio e il disolfuro di allilpropile di quello della cipolla.