

# **IDROCARBURI**

Gli IDROCARBURI sono costituiti da C e di H.  
Sono i composti organici più semplici.

## CLASSIFICAZIONE

Classi	Legami	Suffisso	Esempi	
<i>Alifatici</i>	Alcani	Semplici	-ano	Metano, propano
	Alcheni	Doppi	-ene	Etene (etilene)
	Alchini	Tripli	-ino	Etino (acetilene)
<i>Aromatici</i>	Doppi delocalizzati	-ene	Benzene	

Gli idrocarburi possono essere lineari o ciclici

## **CLASSIFICAZIONE**

- Idrocarburi aromatici: struttura ciclica con delocalizzazione elettronica
- Idrocarburi alifatici: tutti gli altri (catene aperte e cicliche, lineari o ramificate, lunghezza variabile). Sono classificati a seconda del tipo di legame presente nella molecola.

**FONTI NATURALI:** petrolio e gas naturali

**CARATTERISTICHE:** molecole apolari, insolubili in acqua, impiegate come carburanti o combustibili

**ALCANI**

# ALCANI

Idrocarburi saturi (sono presenti solo legami singoli)

Forma aperta  $C_nH_{2n+2}$  e ciclica (cicloalcani)  $C_nH_{2n}$

Chiamati paraffine (dal latino «poco reattivo»)

Utilizzati come combustibili

Utilizzati anche per sintetizzare altre sostanze organiche

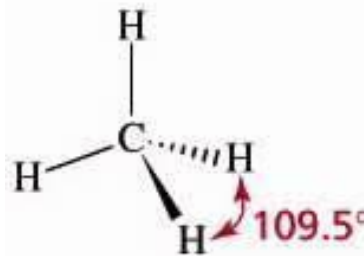
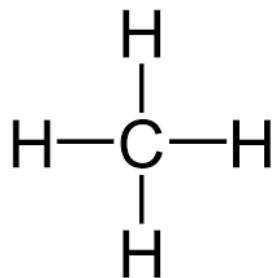
METANO = alcano più semplice

A temperatura e pressione ambiente è un gas

Altri alcani: derivati da metano per aggiunta successiva di atomi di C ognuno formante SOLO legami singoli.

Metano struttura

$sp^3$



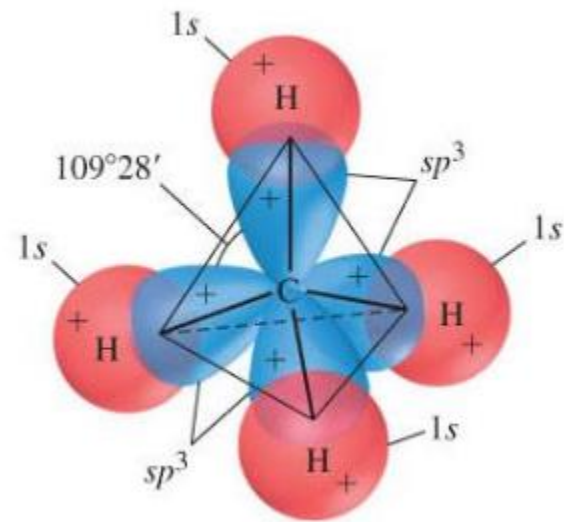
# ALCANI

► FIGURA 12-6

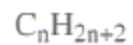
**Legami e struttura in CH<sub>4</sub>**

I quattro orbitali del carbonio sono ibridi  $sp^3$  (in violetto). Quelli dell'idrogeno (rossi) sono  $1s$ . La struttura è tetraedrica con angoli di legame H—C—H di  $109.5^\circ$  (più precisamente  $109^\circ 28'$ ).

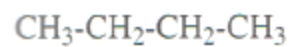
---



### Alcani



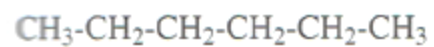
Propano



Butano



Pentano



Esano



### Cicloalcani



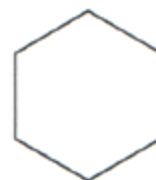
Ciclopropano



Ciclobutano



Ciclopentano



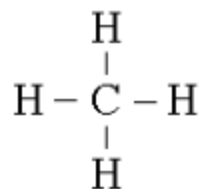
# STRUTTURA DEGLI ALCANI

Metano	$\text{CH}_4$
Etano	$\text{CH}_3\text{CH}_3$
Propano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

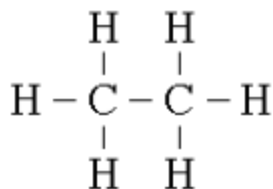
Aumentando il numero di atomi di C si possono ottenere più molecole con stessa formula chimica ma struttura diversa.



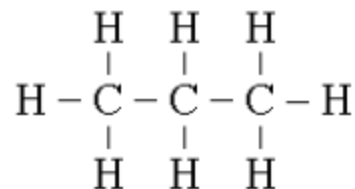
# STRUTTURA DEGLI ALCANI



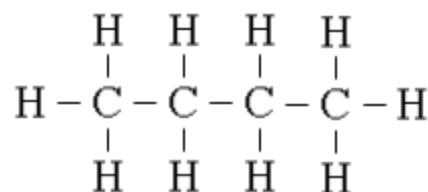
metano (CH<sub>4</sub>)



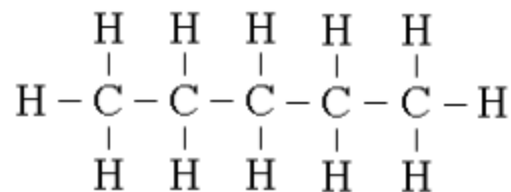
etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)



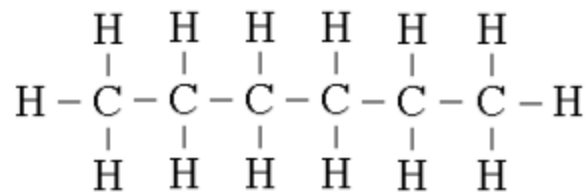
propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)



butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)

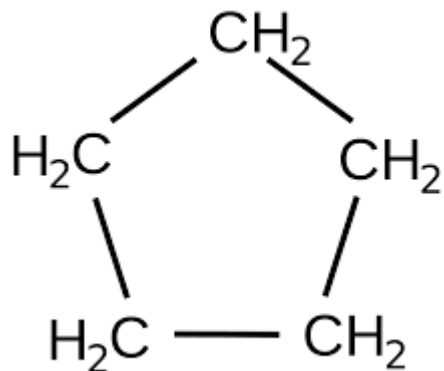


pentano (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>)

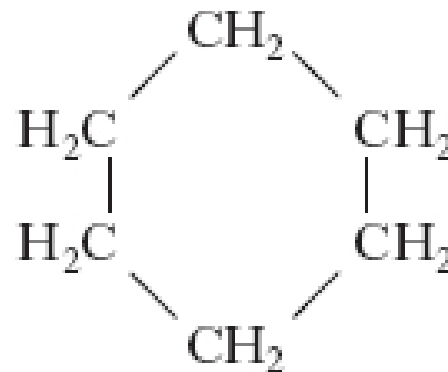


esano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>)

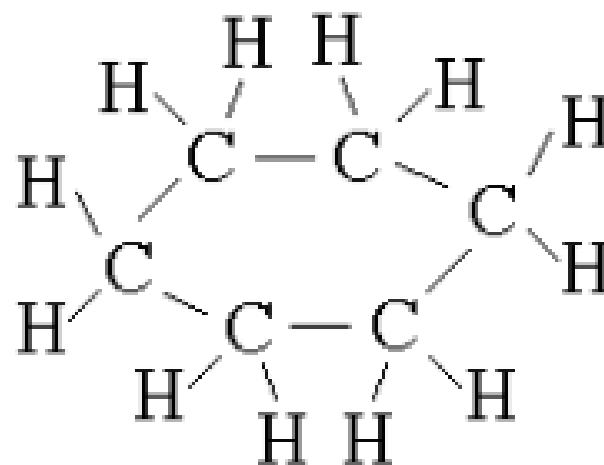
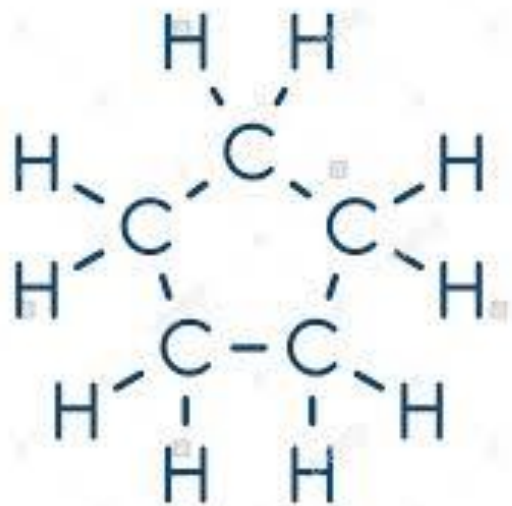
# STRUTTURA DEGLI ALCANI CICLICI



Ciclopentano



Cicloesano

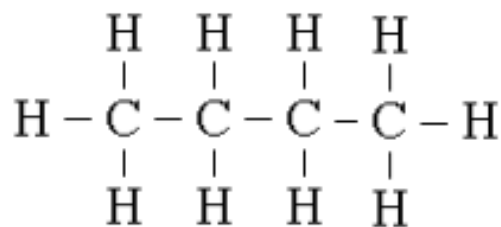
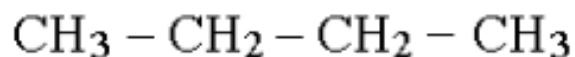


# ISOMERIA STRUTTURALE

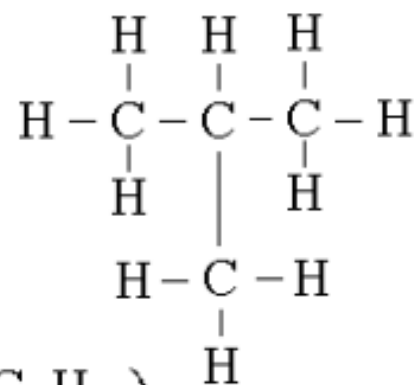
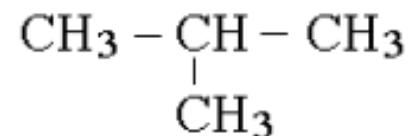
## ISOMERI DI STRUTTURA

Due o più composti con struttura diversa ma con identica formula molecolare

Esempi: butano e isobutano (metilpropano)



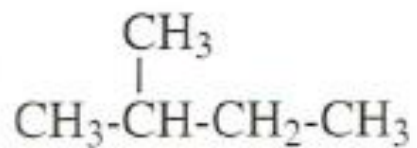
butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)



isobutano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)

# STRUTTURA DEGLI ALCANI

Alcani a catena lineare e a catena ramificata



2 metil butano  
(C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>)



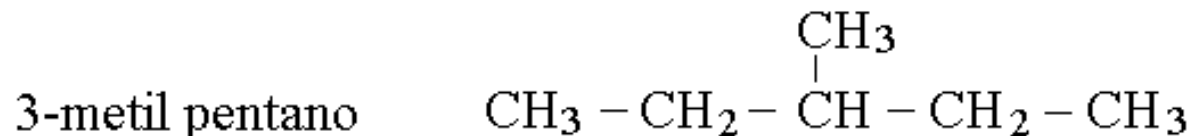
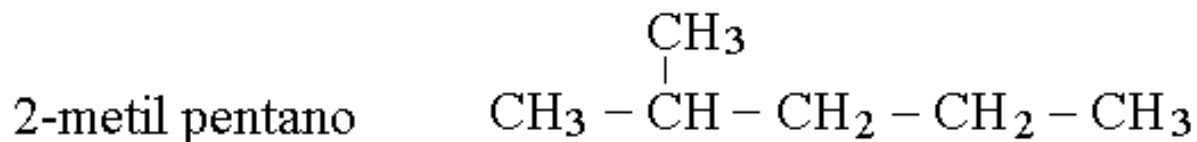
Pentano  
(C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>)

# ALCANI

Aumento di numero di C comporta un incremento del numero di isomeri possibili

Es: C<sub>10</sub>H<sub>22</sub> 75 isomeri di struttura!

## DENOMINAZIONE UNIVOCA



# I GRUPPI ALCHILICI

Gruppo alchilico: porzione della molecola che resta dopo aver sottratto un atomo di H.

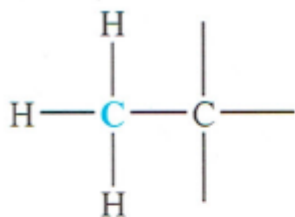
I gruppi alchilici fanno parte di strutture più complesse.

Nome: sostituzione del suffisso *-ano* dell'alcano di provenienza con suffisso *-ile*.  
Gruppo alchilico generico = R

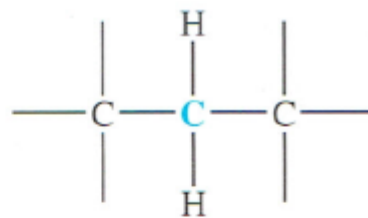
Alcano	Gruppo alchilico
CH <sub>4</sub> Metano	CH <sub>3</sub> — Metile
CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> Etano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> — Etile
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> Propano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> — Propile
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> Butano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> — Butile
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> Pentano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> — Pentile o Amile

# TIPI DI ATOMI DI CARBONIO

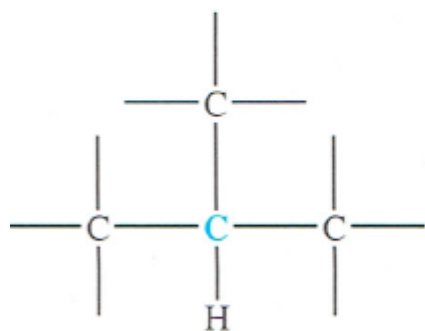
Atomo di C primario, secondario, terziario, quaternario



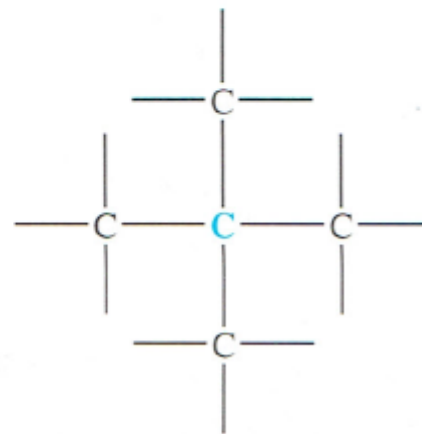
Carbonio primario



Carbonio secondario



Carbonio terziario



Carbonio quaternario

# NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

Regole stabilite da IUPAC

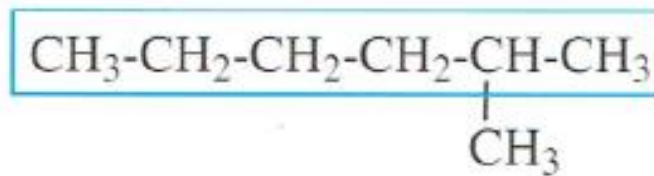
Nome chimico: prefisso, radice e desinenza.

Prefisso: dove si trovano i gruppi funzionali e la loro natura

Radice: numero di atomi di C presenti nella molecola

Desinenza: famiglia alla quale la molecola appartiene (*-ano*)

1) Trovare la catena più lunga. Scegliere la catena col maggior numero di ramificazioni

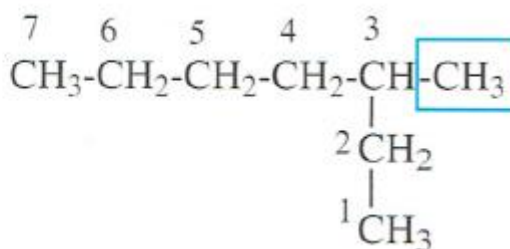
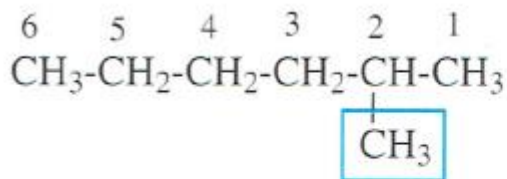


esano

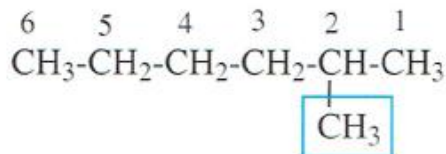


# NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

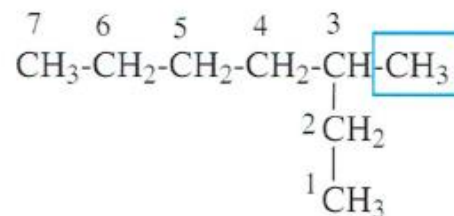
- 2) Numerare gli atomi di C della catena più lunga iniziando dall'estremità più vicina alla ramificazione



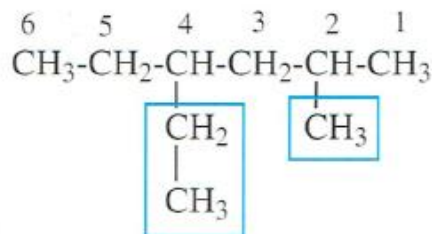
- 3) Assegnare nome e posizione numerica ai sostituenti (in ordine alfabetico)



2-metilesano



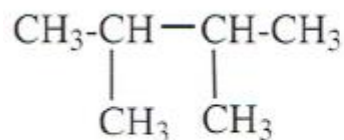
3-metileptano



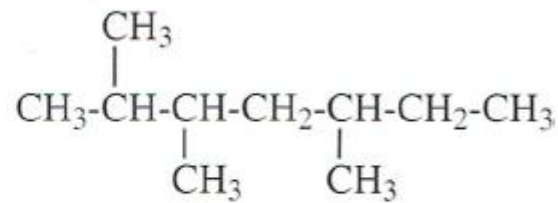
4-etil-2-metilesano

# NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

- 4) Utilizzare prefissi per raggruppare sostituenti simili (di-, tri-, tetra-, etc)

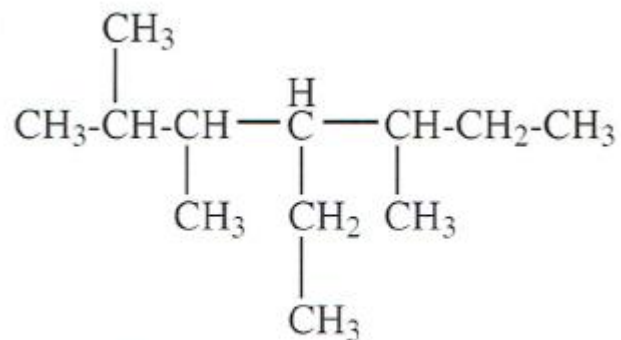


2,3-dimetilbutano



2,3,5-trimetileptano

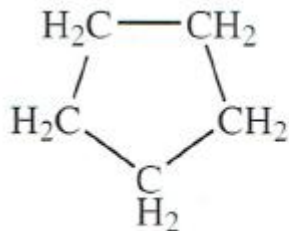
- 5) Scrivere il nome come singola parola



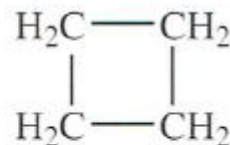
2,3,5-trimetil-4-propileptano

# NOMENCLATURA DEI CICLOALCANI

- 1) Trovare la radice del nome contando il numero di atomi di C che formano il ciclo

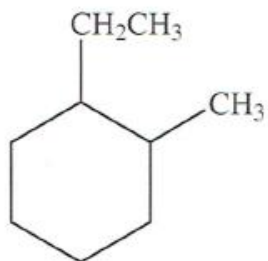


Ciclopentano

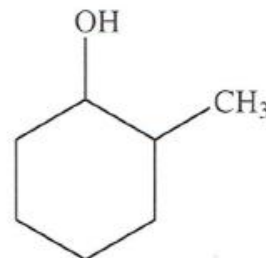


Ciclobutano

- 2) Attribuire un numero ai sostituenti, facendo in modo che essi abbiano il numero più basso possibile. Sostituenti in ordine alfabetico



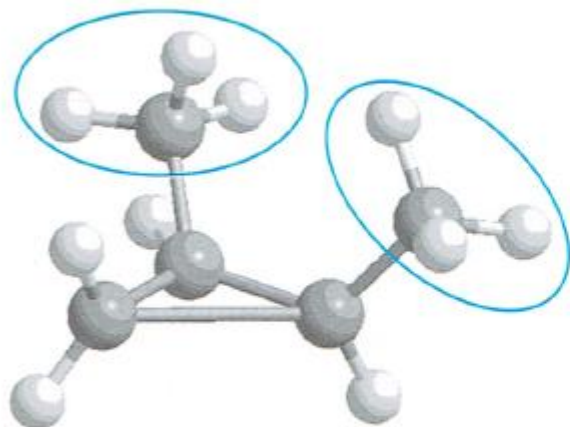
1-etil-2-metil-ciclopentano



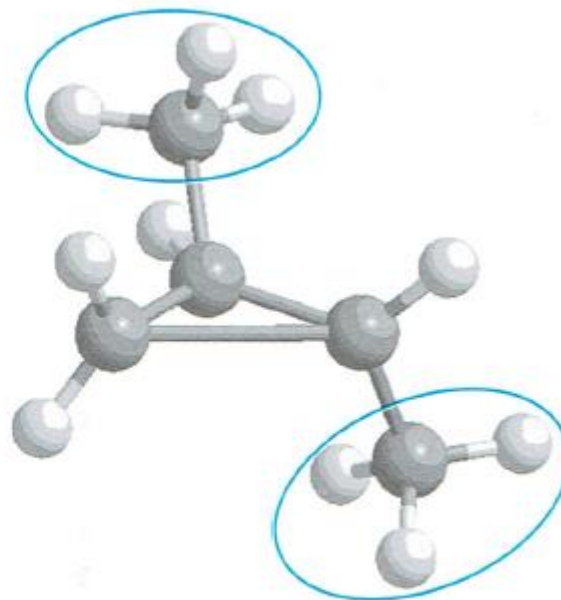
2-metilcicloesano

# NOMENCLATURA DEI CICLOALCANI

- 3) Data la struttura ciclica, essi presentano due facce diverse, una superiore e una inferiore che consentono di distinguere due diversi isomeri nei cicloalcani sostituiti. Isomero cis: sostituenti dalla stessa parte del piano; isomero trans: sostituenti dalla parte opposta del piano.



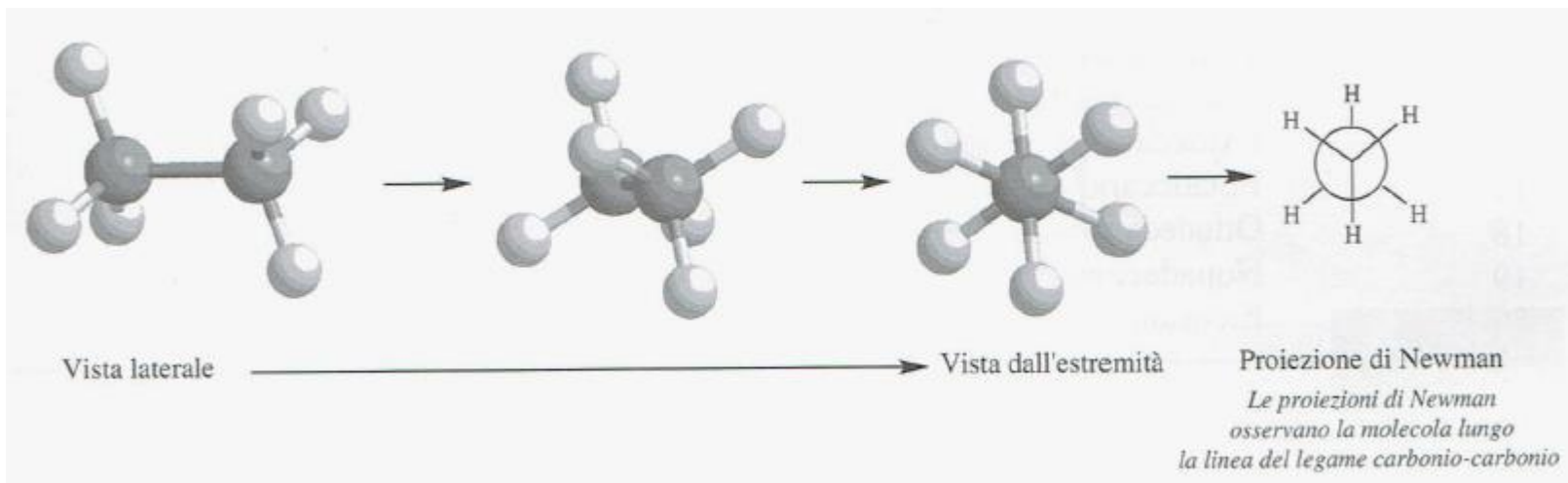
cis-1,2-dimetilciclopropano



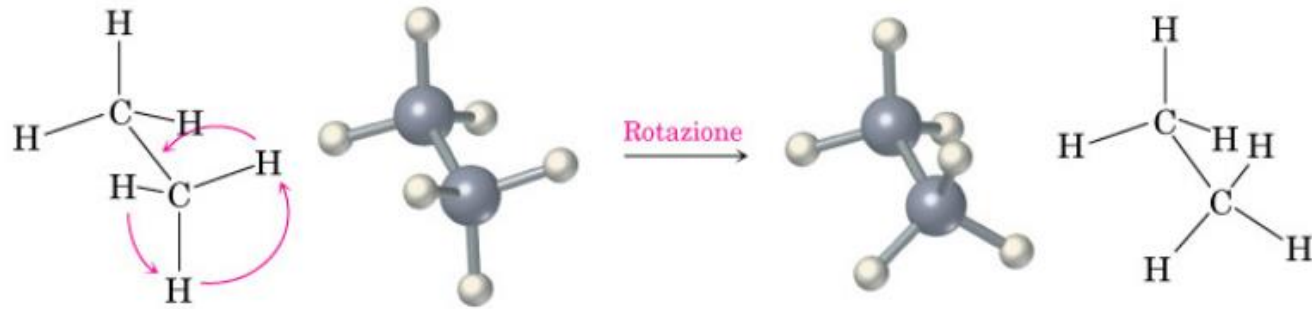
trans-1,2-dimetilciclopropano

# CONFORMAZIONE DEGLI ALCANI

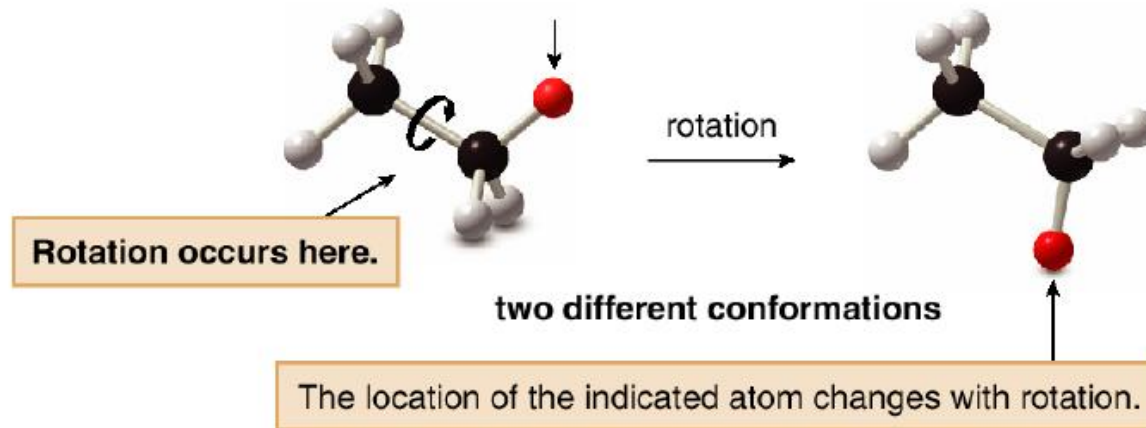
Presentano libera rotazione tra gli atomi di C e quindi possono assumere differenti disposizioni nello spazio dando luogo a diverse conformazioni.



## Conformazioni, conformeri



### Due conformazioni dell'etano



Le conformazioni sono arrangiamenti diversi di atomi che interconvertono per rotazione attorno al legame C-C

**ALCHENI**

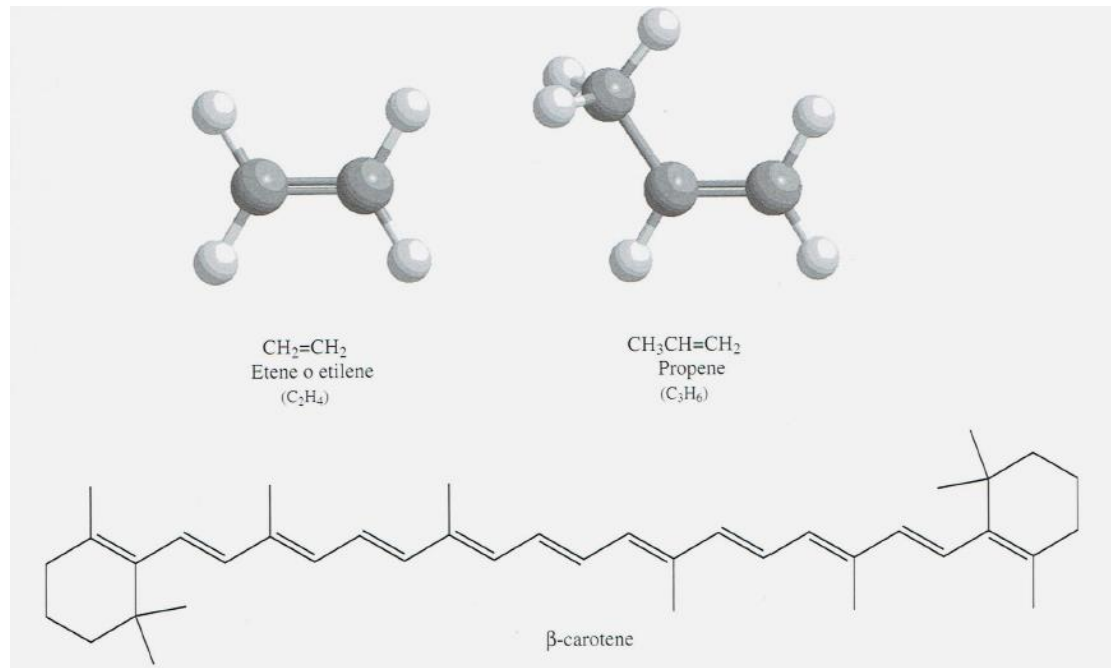
# ALCHENI

Noti come olefine

Caratterizzati da almeno **un doppio legame** nella molecola

Il più semplice  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  etene (nome comune etilene)

Alcheni non ciclici  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$     cicloalcheni  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$





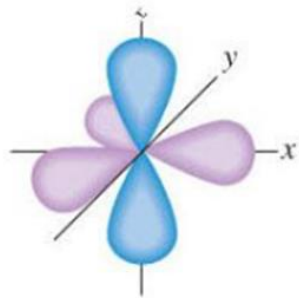
# ALCHENI

## Struttura

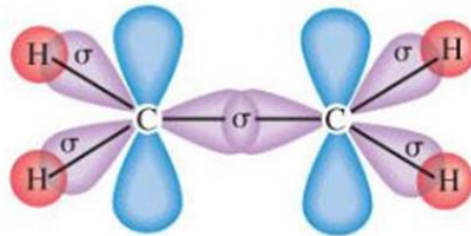
Etene: alchene più semplice  $\text{CH}_2\text{CH}_2$

Atomi di C ibridati  $sp^2$

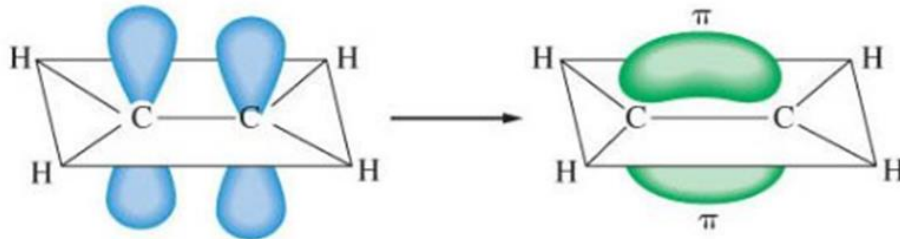
Doppio legame NON permette la rotazione fra gli atomi di C



Il gruppo di orbitali  $sp^2 + p$



Legami sigma ( $\sigma$ )



Sovrapposizione di orbitali  $p$  che porta a legami  $\pi$

### ► FIGURA 12-12

**Legami sigma ( $\sigma$ ) e pi greco ( $\pi$ ) in  $\text{C}_2\text{H}_4$**   
Gli orbitali in rosso violetto sono ibridi  $sp^2$ , quelli blu orbitali  $2p$ . Gli orbitali ibridi  $sp^2$  si sovrappongono lungo la linea che collega gli atomi legati - legami  $\sigma$ . Gli orbitali  $2p$  si sovrappongono di lato e formano legame  $\pi$ .

# ALCHENI

## ISOMERIA *cis-trans*

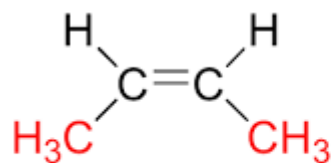
Quando ai due atomi di C impegnati nel doppio legame sono legati atomi o gruppi diversi

Impossibile la rotazione attorno al doppio legame.

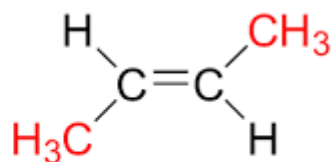
Sostituenti dalla stessa parte rispetto al doppio legame: **isomero cis**

Sostituenti dalla parte opposta rispetto al doppio legame: **isomero trans**

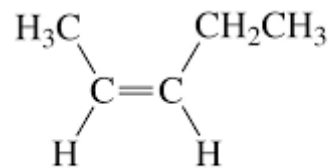
Gli isomeri differiscono tra loro per proprietà chimiche e fisiche (sono separabili)



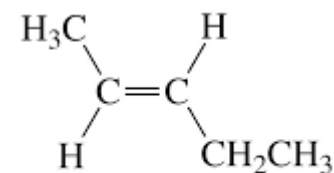
*cis*-2-butene



*trans*-2-butene



*cis*-2-pentene

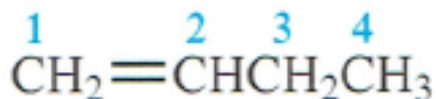


*trans*-2-pentene

Questa nomenclatura va bene per alcheni di-sostituiti. Nel caso di più sostituenti ci sono regole un po' più complesse

# NOMENCLATURA DEGLI ALCENI

- 1) Nome dell'idrocarburo deriva dalla catena di atomi di C più lunga. Desinenza: *-ene*
- 2) si numera la catena a partire dall'estremità più vicina al doppio legame, che avrà il numero più basso possibile

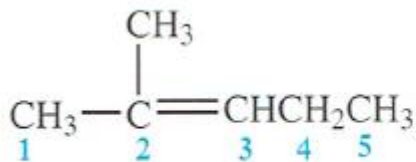


1-Butene

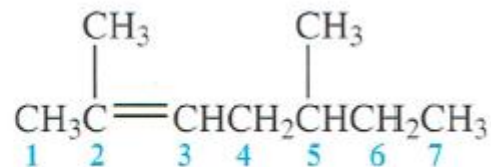


2-Esene

- 3) Se sono presenti catene laterali anche ad esse va assegnato il numero più basso possibile e va indicato l'atomo di C a cui sono legate



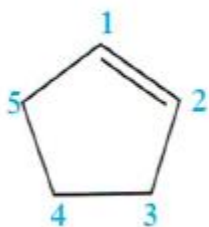
2-Metil-2-Pentene



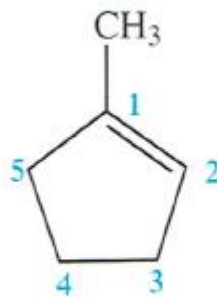
2,5-Dimetil-2-Eptene

# NOMENCLATURA DEGLI ALCENI

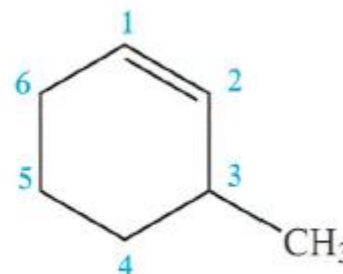
- 4) Nei cicloalcheni sostituiti, gli atomi di C dell'anello impegnati nel doppio legame hanno priorità e quindi portano i numeri 1 e 2. Poi si numerano gli atomi di C in senso orario o antiorario facendo in modo che i sostituenti dell'anello abbiano i numeri più bassi.



Ciclopentene



1-Metilciclopentene



3-Metilcicloesene

# NOMENCLATURA DEGLI ALCENI

## 5) Sostituenti alchenilici: vinile e allile



Gruppo vinile

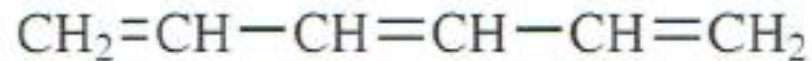


Gruppo allile

## 6) Alcheni con più di un doppio legame: dieni, trieni, polieni



1,3-Butadiene



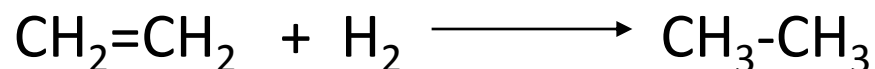
1,3,5-Esatriene

# ALCHENI

## Reazioni di addizione

Sono più reattivi degli alcani per il doppio legame

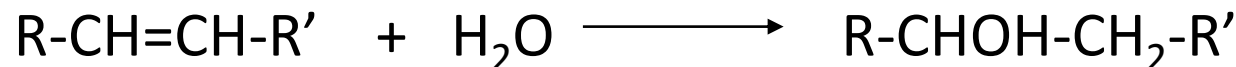
Gli elettroni del doppio legame possono essere utilizzati per legare altri atomi



Idratazione del doppio legame

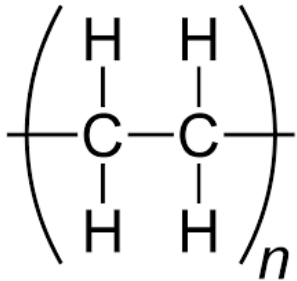
Addizione di 1 H<sub>2</sub>O

Si trova nelle reazioni biochimiche

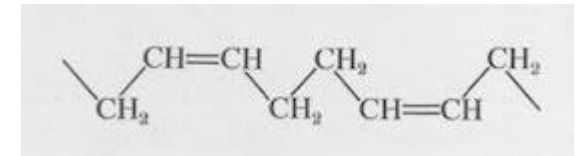


# SINTESI INDUSTRIALE A PARTIRE DA ALCHENI

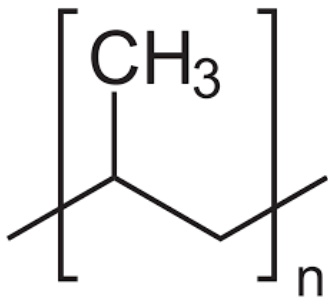
Con gli alcheni vengono prodotti polimeri interessanti mediante sintesi industriale : polietilene e polipropilene, fibre sintetiche e gomme.



polietilene



polibutadiene



polipropilene

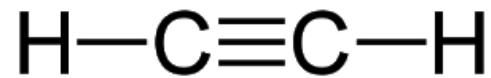
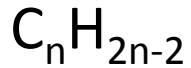


**ALCHINI**



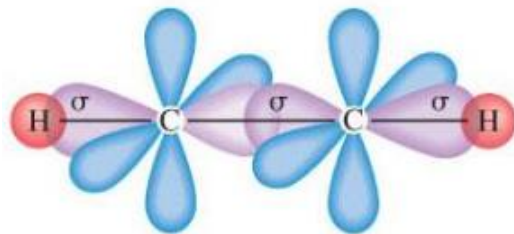
# ALCHINI

Caratterizzati da almeno un triplo legame nella molecola

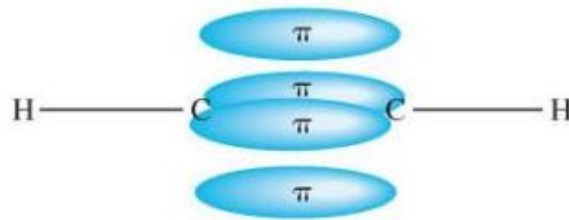


Etino più noto come acetilene

Atomi di C sono ibridati  $sp$



Formazione di legami  $\sigma$



Formazione di legami  $\pi$



Modello a riempimento spaziale

▲ FIGURA 12-14 Legami sigma ( $\sigma$ ) e pi greco ( $\pi$ ) in  $C_2H_2$

Uno scheletro di legami  $\sigma$  collega gli atomi  $H-C-C-H$  con un orbitale  $1s$  degli atomi H e gli orbitali  $sp$  degli atomi C. Ci sono due legami  $\pi$ . Ogni legame  $\pi$  consiste di due segmenti paralleli a forma di sigaro. I quattro segmenti in realtà si fondono dando un guscio cilindrico cavo che circonda l'asse del legame  $\sigma$  carbonio-carbonio.

# ALCHINI

Discreta reattività che li rende utili per la preparazione di altri composti. Reazioni caratteristiche sono quelle di addizione al triplo legame.

Non sono rilevanti in campo biologico

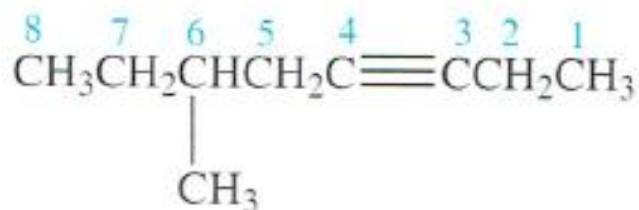
# NOMENCLATURA DEGLI ALCHINI

Seguono le regole già esposte per alcani ed alcheni.

Si utilizza il suffisso *-ino*.

La numerazione degli atomi di C inizia dall'estremità più vicina al triplo legame.

Esempio



6-Metil-3-ottino

Per rimozione di un atomo di H si ottengono i sostituenti alchinilici

# **IDROCARBURI AROMATICI**

# IDROCARBURI AROMATICI

BENZENE: principale idrocarburo aromatico. Capostipite della classe di composti  $C_6H_6$

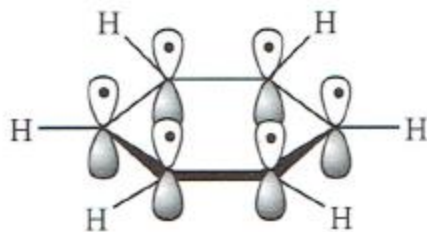
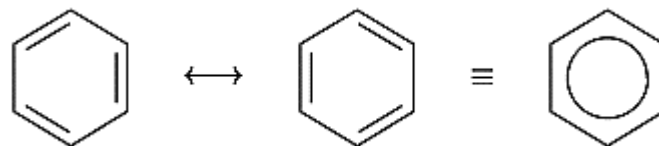
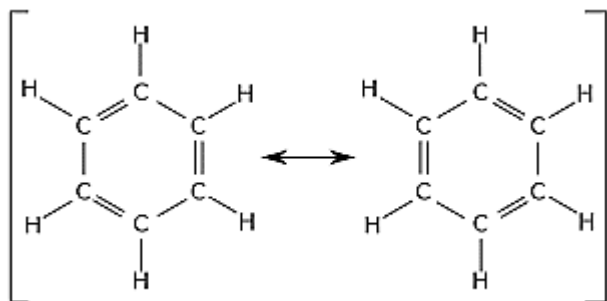
Struttura ciclica

Tre doppi legami con elettroni delocalizzati

Struttura rappresentata come ibrido di risonanza

Quando la struttura elettronica di una molecola reale viene descritta come una combinazione di **n formule limite**, si dice che si ha “**risonanza**” tra le n formule limite e che la struttura elettronica della molecola reale è un **ibrido di risonanza** delle forme limite

# BENZENE



# AROMATICITÀ

Composti aromatici: odore gradevole, fortemente insature MA non danno reazioni di addizione, bensì quelle di sostituzione. Comportamento trova spiegazione nella delocalizzazione degli elettroni  $\pi$  che conferisce a tutti i composti aromatici molta stabilità.

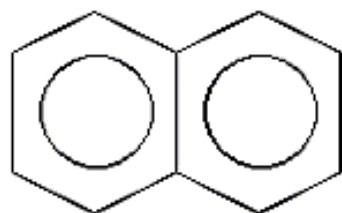
Per essere definito aromatico un composto deve (teoria di Hückel):

- 1) essere ciclico
- 2) Ogni atomo del ciclo o del Sistema ciclico deve avere un orbitale  $p$  perpendicolare al piano del ciclo
- 3) Essere planare o quasi per favorire la sovrapposizione di tutti gli orbitali  $2p$  dell'anello
- 4) Avere  $(4n+2)$  elettroni  $\pi$ , con  $n$  uguale ad un numero intero, perché esiste una correlazione tra numero di elettroni  $\pi$  e numero di orbitali  $p$  disponibili. Per essere aromatico un composto deve avere tutti gli elettroni  $\pi$  appaiati e tutti gli orbitali di legame completi.

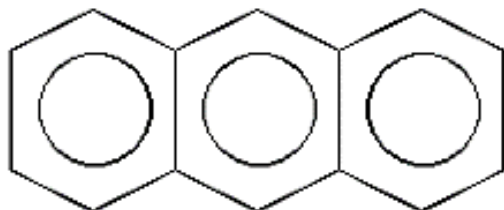
Se questi aspetti non coesistono, non ci può essere una completa delocalizzazione degli elettroni  $\pi$ . Il benzene risponde a tutti questi requisiti.

# ALTRI IDROCARBURI AROMATICI

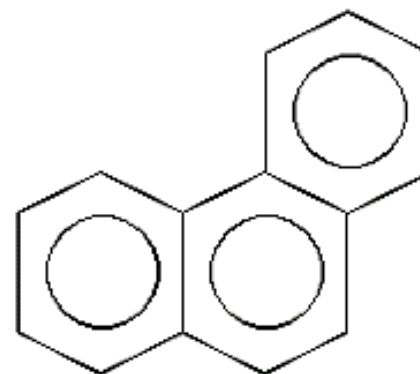
Due o più anelli benzenici possono essere fusi a formare le molecole di altri idrocarburi aromatici



naftalene



antracene



fenantrene

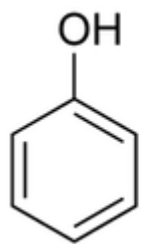
Questi tre idrocarburi ciclici si trovano in abbondanza nel catrame



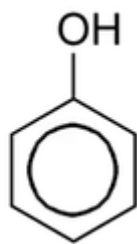
# IDROCARBURI AROMATICI

Il tipo di reazione che ci si aspetta per molecole insature è la REAZIONE DI ADDIZIONE. Il benzene invece è molto stabile e non dà reazioni di addizione ma di sostituzione, dove un atomo di H viene sostituito con un altro atomo. Aromaticità, e quindi stabilità, SONO MANTENUTE

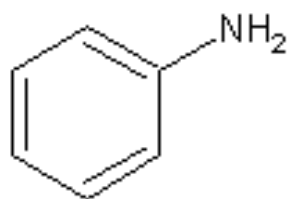
Gli idrocarburi aromatici sono noti come Areni. Il Gruppo arilico (ha perso un atomo di H) si indica genericamente con Ar-.



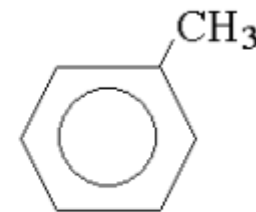
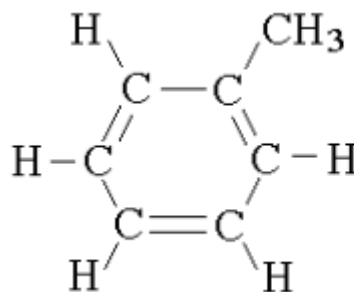
or



Fenolo



anilina

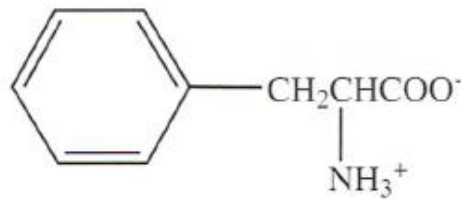


toluene (metil-benzene)

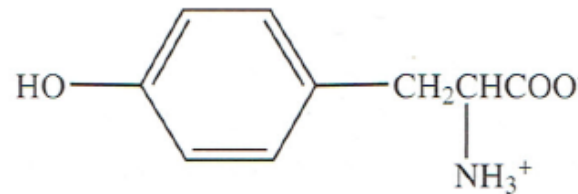
# IDROCARBURI AROMATICI

Impiegati nell'industria per la preparazione di coloranti, fibre, plastiche e farmaci

PRESENZA DI ANELLI AROMATICI ANCHE IN MOLTE MOLECOLE BIOLOGICHE: ALCUNI AMMINOACIDI



Fenilalanina



Tirosina