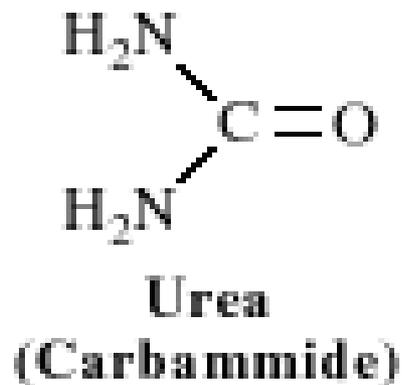


CHIMICA ORGANICA

CHIMICA DEL CARBONIO

Fino al 1828 con il termine **organico** si indicavano le sostanze prodotte dagli **organismi viventi**, mentre si classificavano come inorganiche tutte le altre

Dopo il 1828 Wohler ottenne l'urea dal cianato di ammonio (inorganico)



Attualmente si definisce **CHIMICA ORGANICA** la chimica dei composti del carbonio di qualunque derivazione essi siano

CHIMICA ORGANICA

Il carbonio può formare un **numero elevatissimo** di composti organici (oltre 1.500.000 molecole diverse)

CARATTERISTICHE DEL CARBONIO

- ⇒ Possibilità di formare **4 LEGAMI COVALENTI FORTI**
- ⇒ Elevata tendenza a legarsi a se stesso (**LEGAMI COVALENTI OMOPOLARI**) con formazione di **catene** anche molto lunghe e **anelli**
- ⇒ A parità di composizione dà origine a molecole del tutto differenti per struttura e proprietà chimiche e fisiche (**ISOMERIA**)
- ⇒ Capacità di **POLIMERIZZARE** formando **MACROMOLECOLE**

Le caratteristiche del carbonio dipendono dalle diverse modalità di **IBRIDAZIONE** cui può andare incontro

sp

sp²

sp³

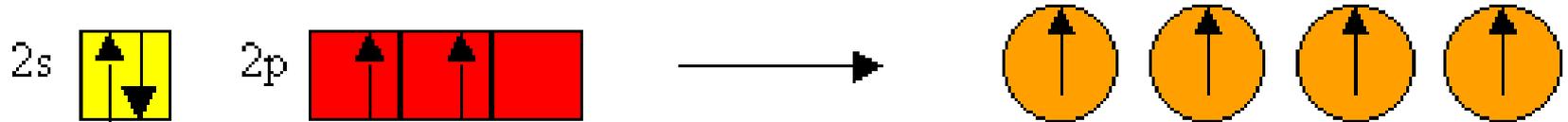
CONFIGURAZIONE ELETTRONICA DEL CARBONIO

$1s^2 2s^2 2p^2$

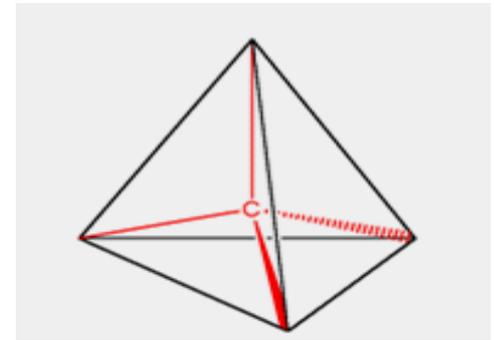


Secondo tale configurazione ci si aspetterebbe che il carbonio potesse formare solo 2 legami (due elettroni spaiati nell'ultimo livello energetico)

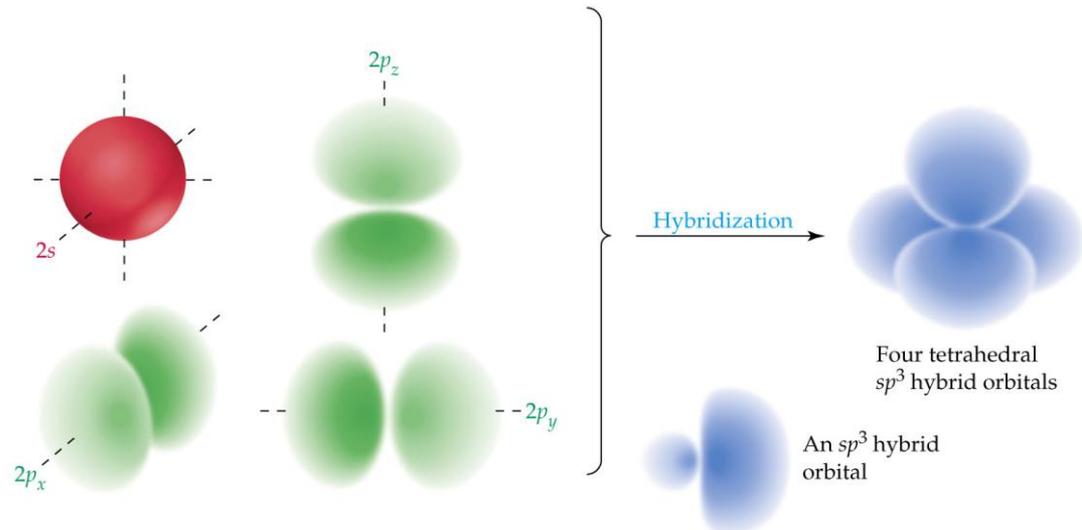
IBRIDAZIONE sp^3



I quattro orbitali del C, uno s e tre p, si combinano per formare 4 orbitali ibridi identici, detti sp^3 diretti verso i 4 angoli di un tetraedro regolare

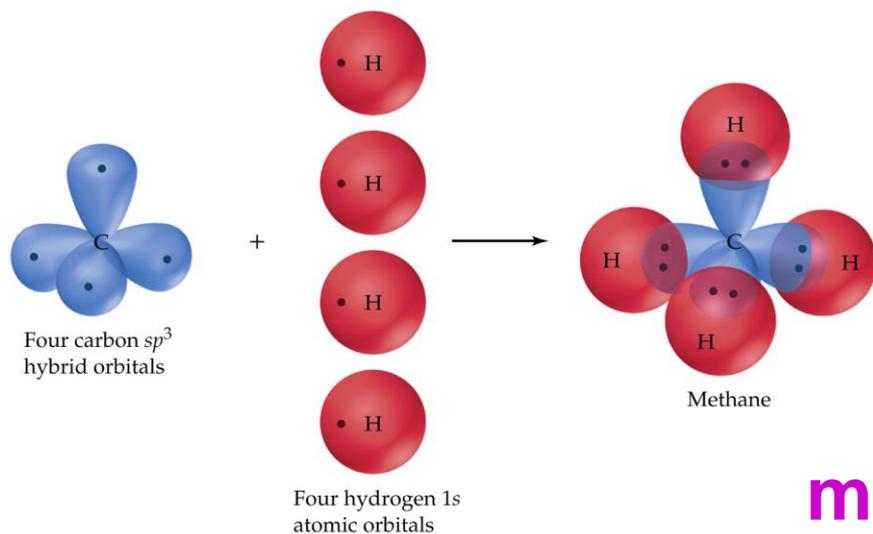


La forma degli orbitali ibridi è intermedia tra quella degli orbitali s e p

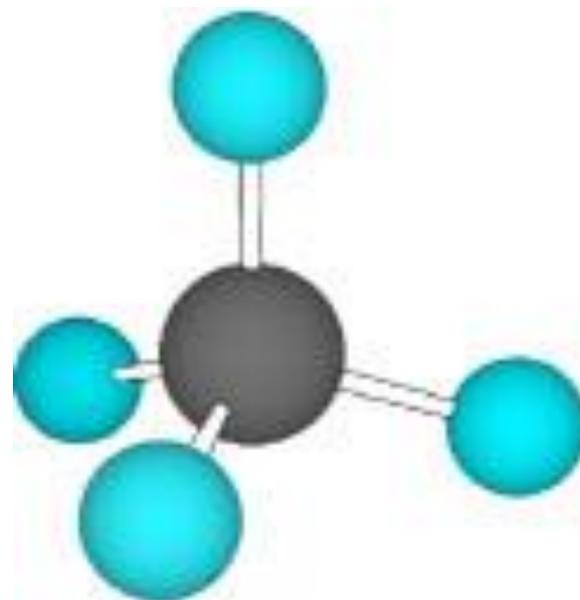


Il C ibridato sp^3 forma quattro legami di tipo σ

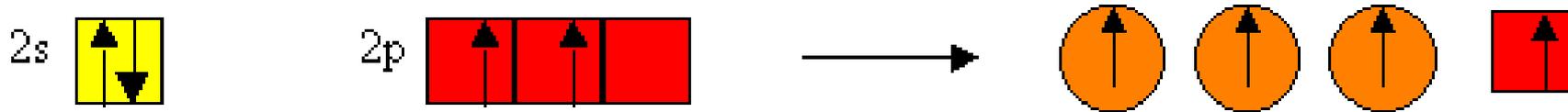
L'ibridazione sp^3 caratterizza gli **ALCANI**, gli idrocarburi in cui il carbonio forma quattro legami di tipo σ , disposti nello spazio con geometria tetraedrica.



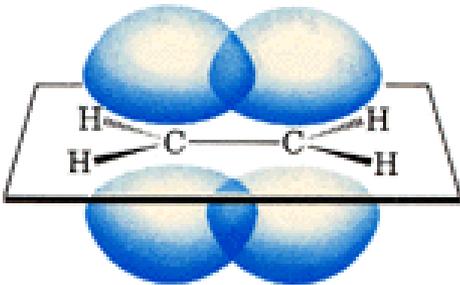
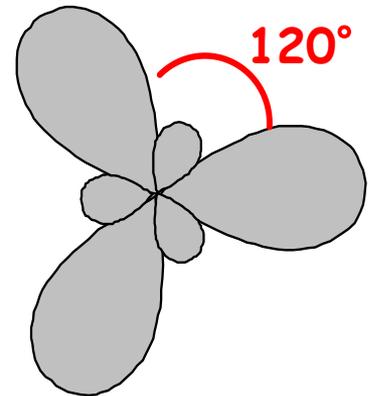
metano
 CH_4



IBRIDAZIONE sp^2



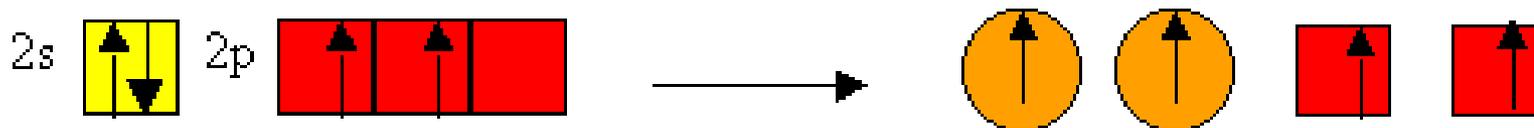
- Si mescolano un orbitale s e due p e si formano **3 orbitali ibridi sp^2** diretti verso i vertici di un triangolo equilatero
- L'orbitale p non ibrido è perpendicolare al piano definito dal triangolo



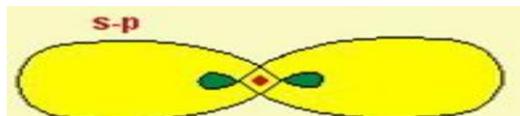
Etene C_2H_4

Il C ibridato sp^2 forma 3 legami σ e 1 legame π

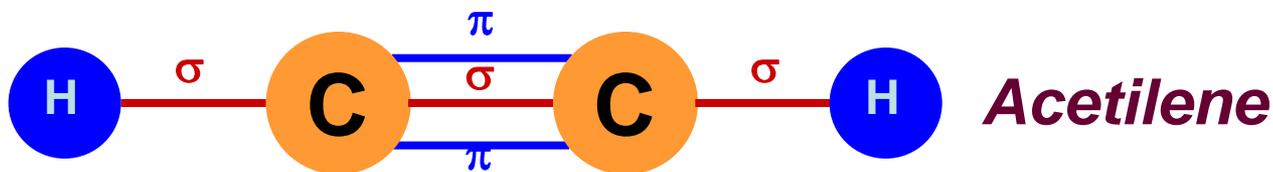
IBRIDAZIONE sp



- Vengono rimescolati un orbitale s e uno p mentre gli altri due orbitali p restano inalterati
- *Gli orbitali ibridi sp si dispongono a 180° (sulla stessa retta ma in direzione opposta)*
- I due orbitali p rimangono perpendicolari tra loro e alla retta che passa per i due nuclei di C



Il C ibridato sp forma 2 legami σ e 2 legame π



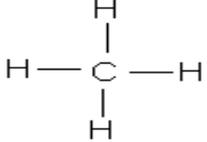
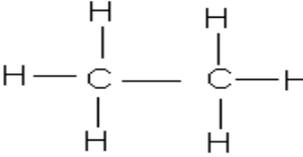
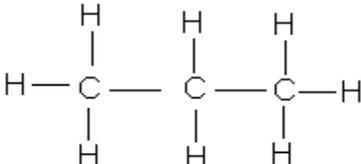
Questo tipo di ibridazione si incontra negli **ALCHINI**

Formule

molecolari

razionali

di struttura

CH_4	CH_4	
C_2H_6	CH_3-CH_3	
C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$	

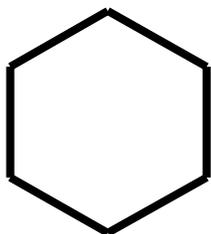
Formule semplificate



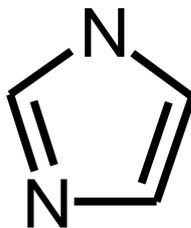
butano



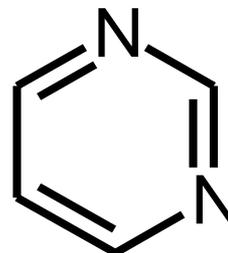
pentano



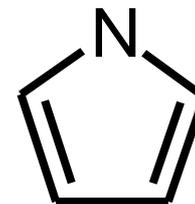
cicloesano



imidazolo



pirimidina



pirrolo

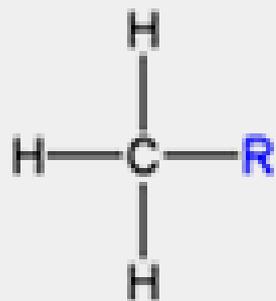
Un C, in base al numero di legami che forma con altri atomi di C, può essere:

PRIMARIO se è legato solo ad un altro C

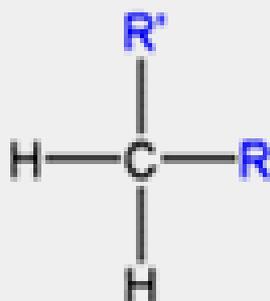
SECONDARIO se è legato ad altri due C

TERZIARIO se è legato ad altri tre C

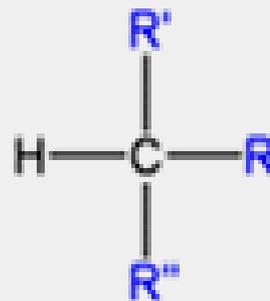
QUATERNARIO se è legato ad altri quattro C



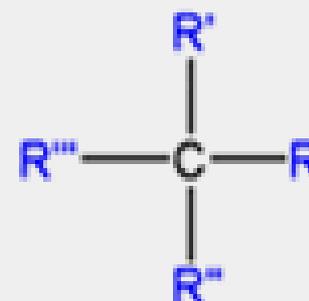
carbonio primario



carbonio secondario



carbonio terziario

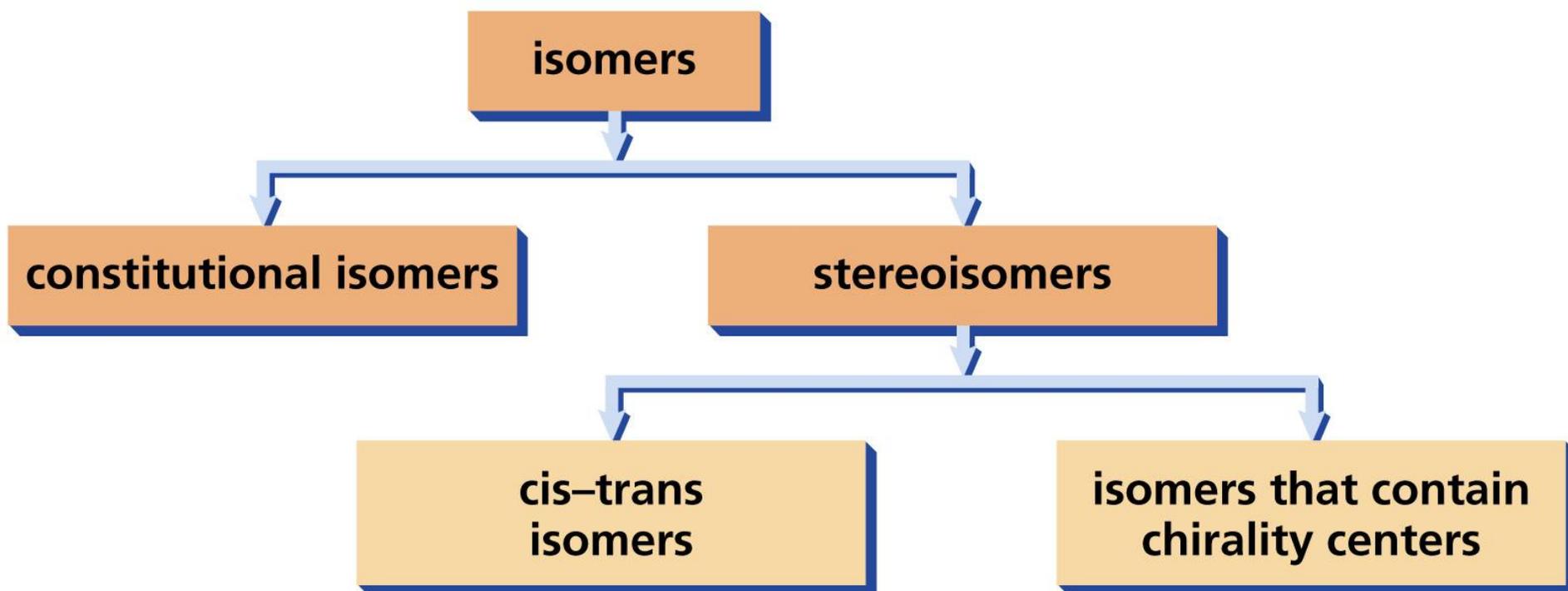


carbonio quaternario

ISOMERIA

Si definiscono isomeri due o più molecole aventi **stessa formula molecolare** ma **differente formula di struttura**

Classificazione degli Isomeri



ISOMERIA DI STRUTTURA

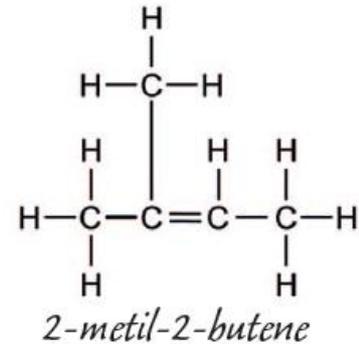
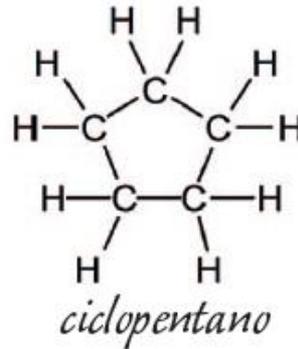
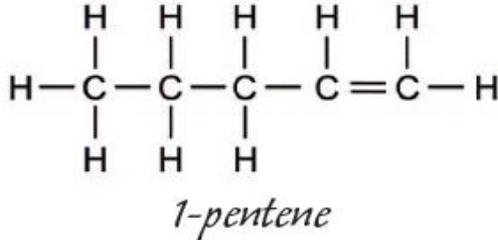
atomi legati in un ordine diverso

1) di catena

2) di posizione

3) funzionale

1) Alla formula molecolare C_5H_{10} corrispondono almeno tre composti

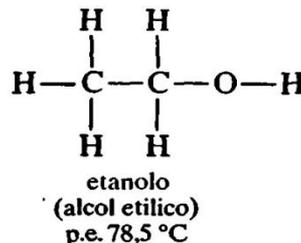


2) Formula molecolare
 C_4H_9Cl

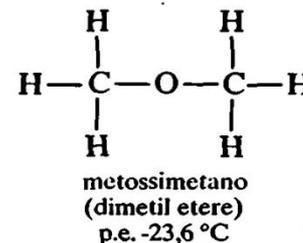
$CH_2Cl-CH_2-CH_2-CH_3$ 1-clorobutano

$CH_3-CHCl-CH_2-CH_3$ 2-clorobutano

3) Isomeri funzionali
 C_2H_6O



e



STEREISOMERIA

- atomi legati nello stesso ordine, ma disposti in modo diverso nello spazio
- la trasformazione di un isomero nell'altro comporta la rottura di un legame chimico

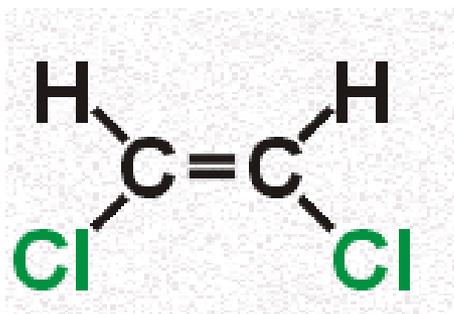
ISOMERIA GEOMETRICA
(cis-trans)

ISOMERIA OTTICA
(enantiomeri)

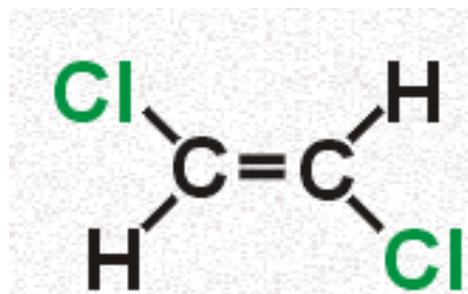
Si chiamano **ISOMERI GEOMETRICI** gli isomeri che debbono la loro esistenza alla **mancanza di libera rotazione intorno ai doppi legami**

ISOMERIA GEOMETRICA o ISOMERIA CIS-TRANS :

rispetto al piano individuato dal doppio legame, **due sostituenti uguali** possono trovarsi dallo stesso lato (cis) o da lati opposti (trans)



1,2 cis-dicloroetene



1,2 trans-dicloroetene

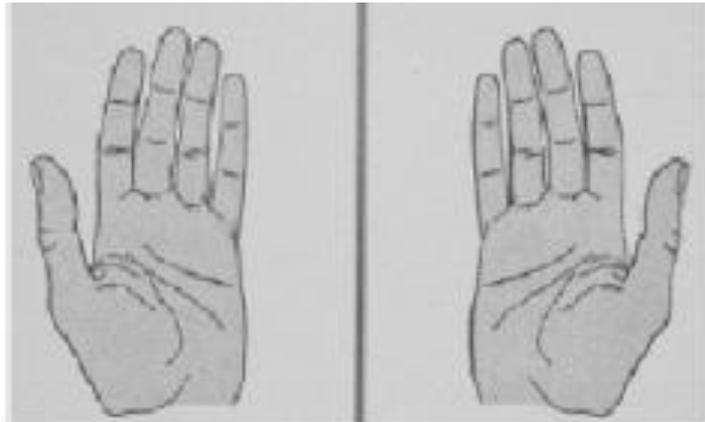
GLI ISOMERI CIS-TRANS SONO COMPOSTI DIVERSI

Si differenziano per le proprietà chimico-fisiche e **biologiche**

ENANTIOMERI

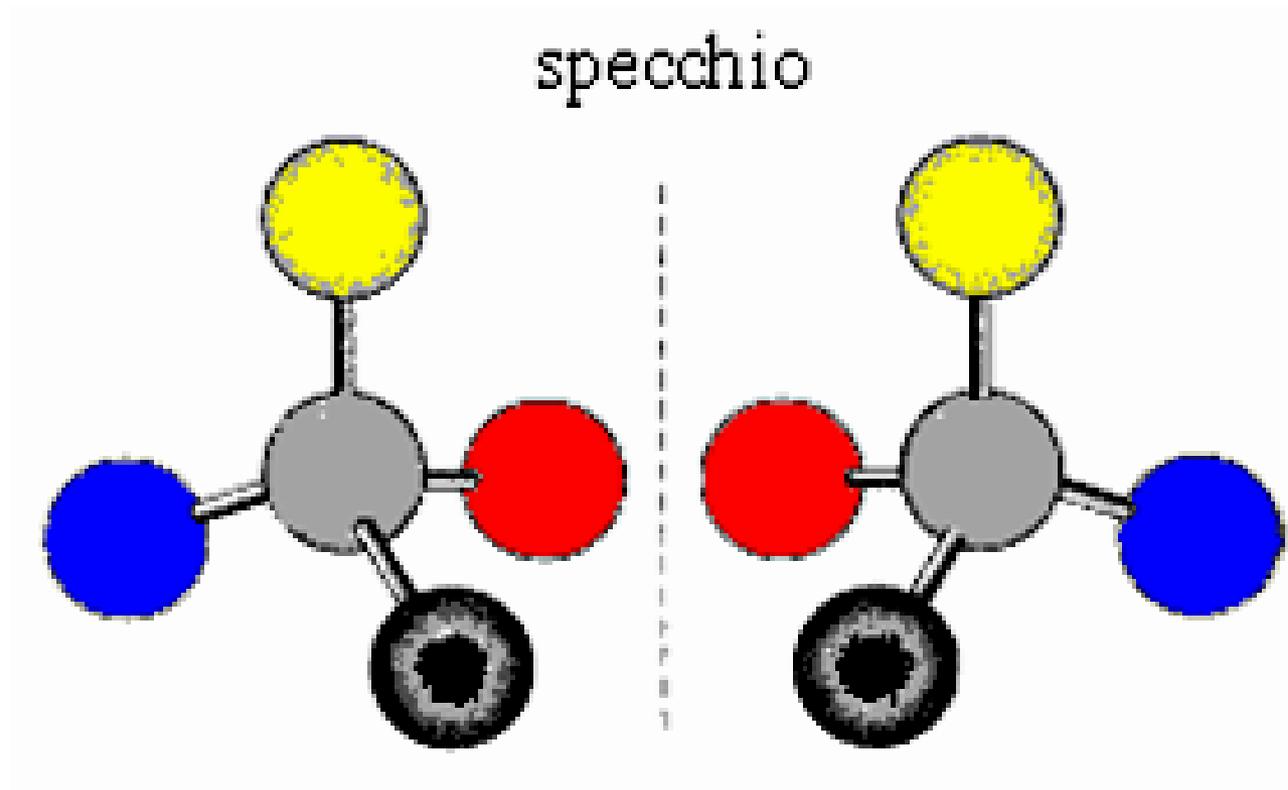
- Sono immagini speculari non sovrapponibili
- Contengono nella molecola di un atomo **CHIRALE**

si definisce “chirale” una struttura o una molecola
“che assomiglia ad una mano”



la sua IMMAGINE SPECULARE NON E' IDENTICA,
NON E' SOVRAPPONIBILE

Contengono almeno un **ATOMO CHIRALE** o **ASIMMETRICO**,
ovvero legato a quattro sostituenti diversi

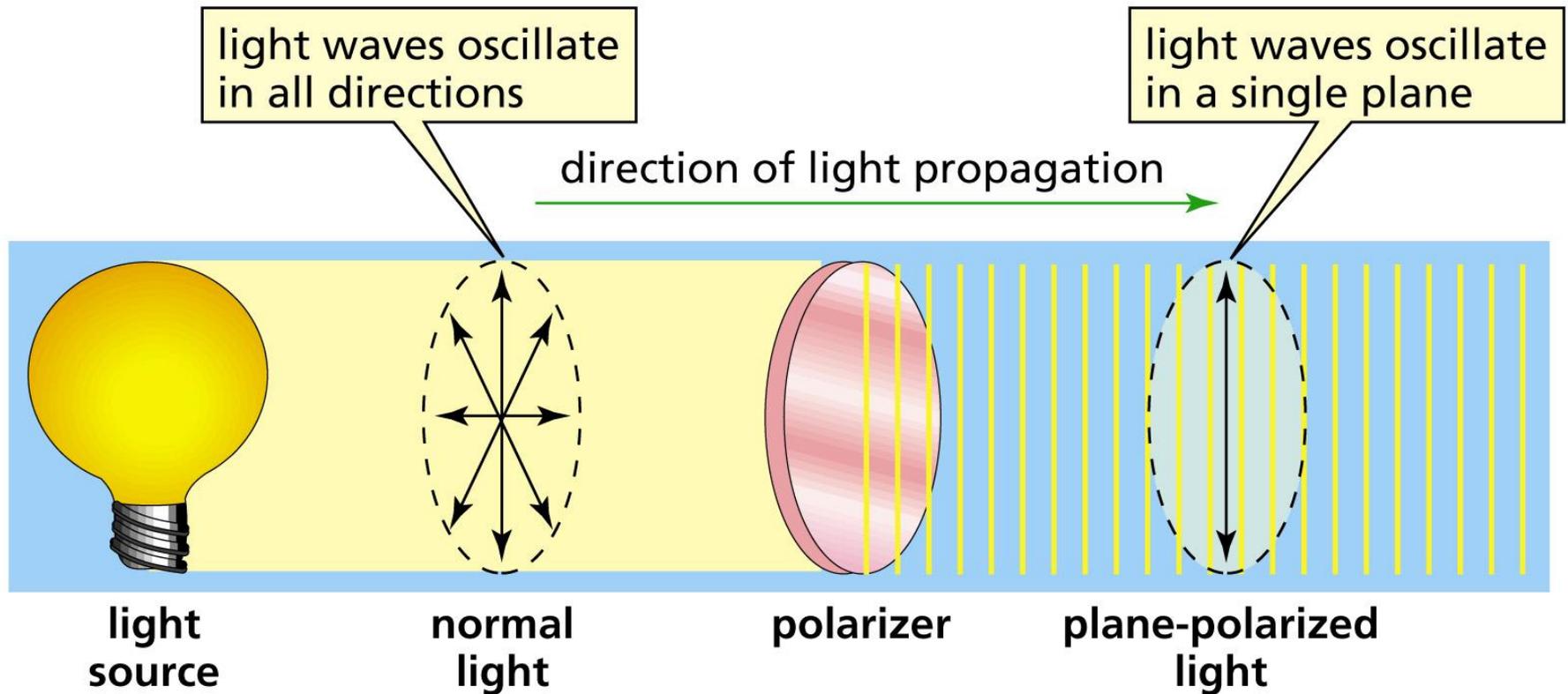


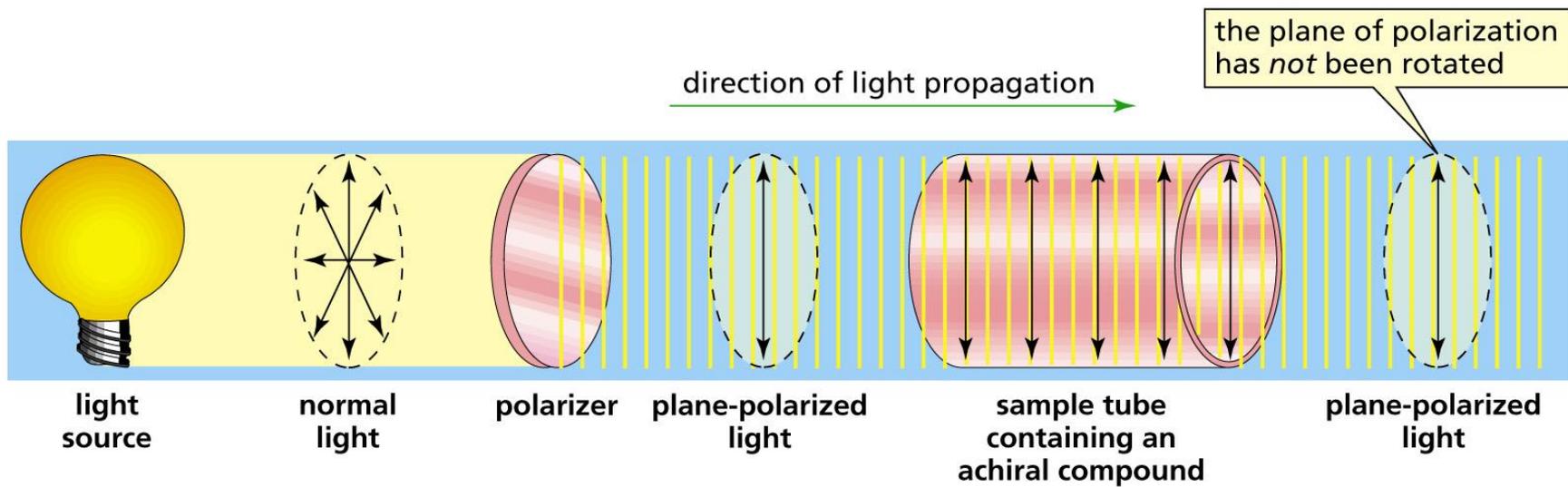
Una molecola con un atomo asimmetrico esiste sotto forma di due **STEREoisomeri**, che formano una **COPPIA DI ENANTIOMERI**.

I due ISOMERI OTTICI

- Hanno le stesse proprietà chimico-fisiche, e differiscono per una particolare proprietà: ruotano il piano della luce polarizzata uno in senso opposto all'altro. Per questo vengono definiti isomeri ottici, destrogiro (+) e levogiro (-)

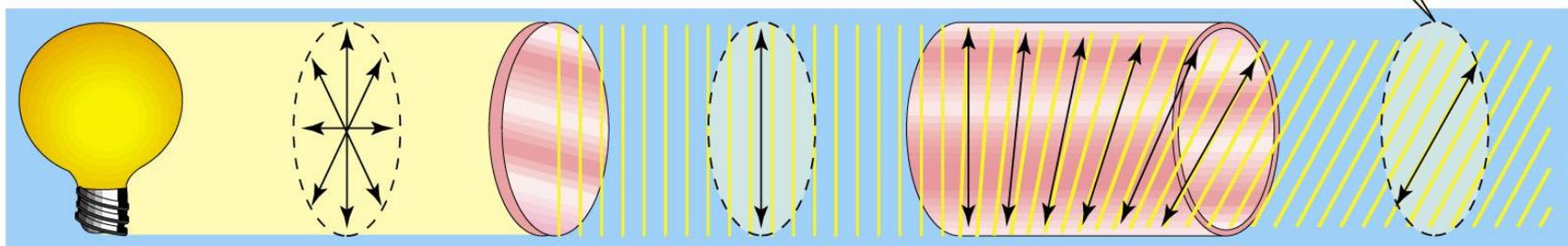
Schema di un polarimetro: misura dell'attività ottica





direction of light propagation →

the plane of polarization has been rotated



light source

normal light

polarizer

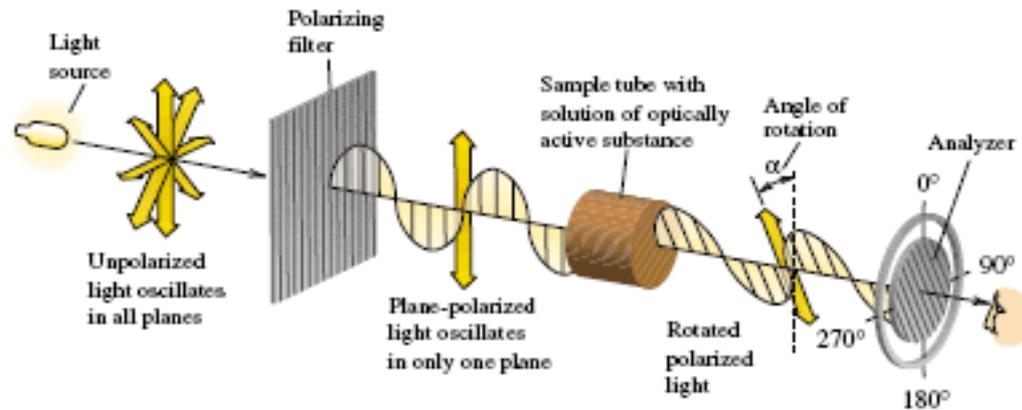
plane-polarized light

sample tube containing a chiral compound

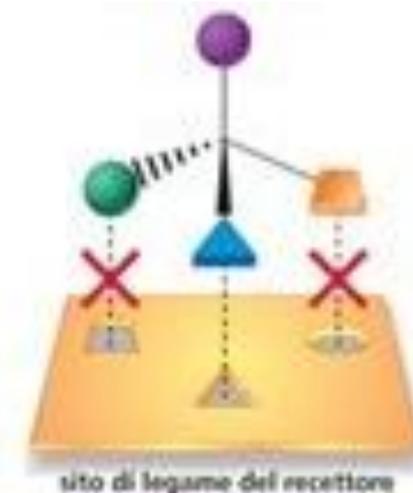
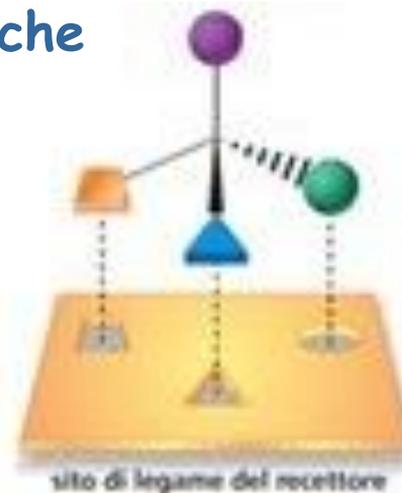
plane-polarized light

I due ISOMERI OTTICI

- Hanno le stesse proprietà chimico-fisiche, e differiscono per una particolare proprietà: ruotano il piano della luce polarizzata uno in senso opposto all'altro. Per questo vengono definiti isomeri ottici, destrogiro (+) e levogiro (-)

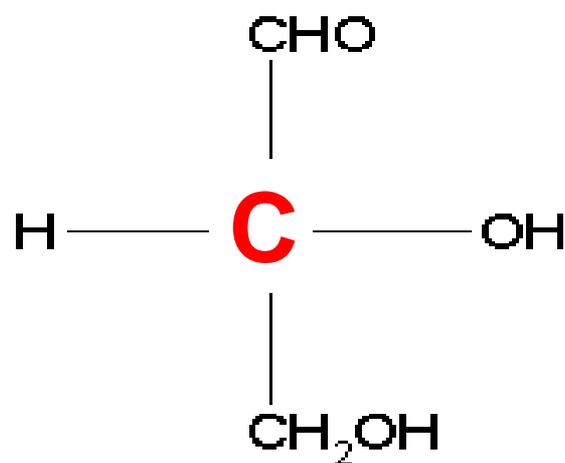


- Hanno differenti proprietà biologiche

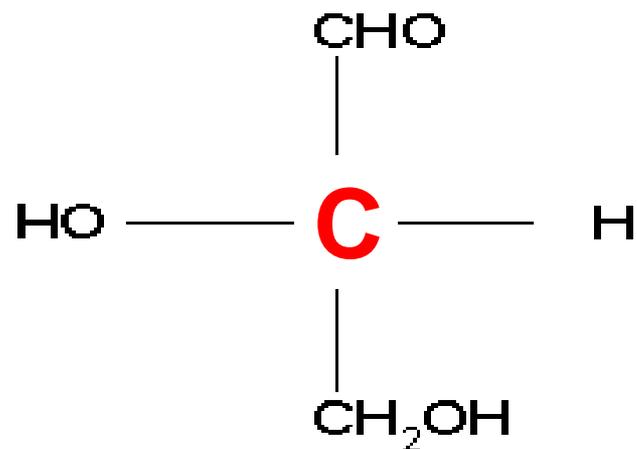


isomeria D- L-

Proiezioni di Fischer



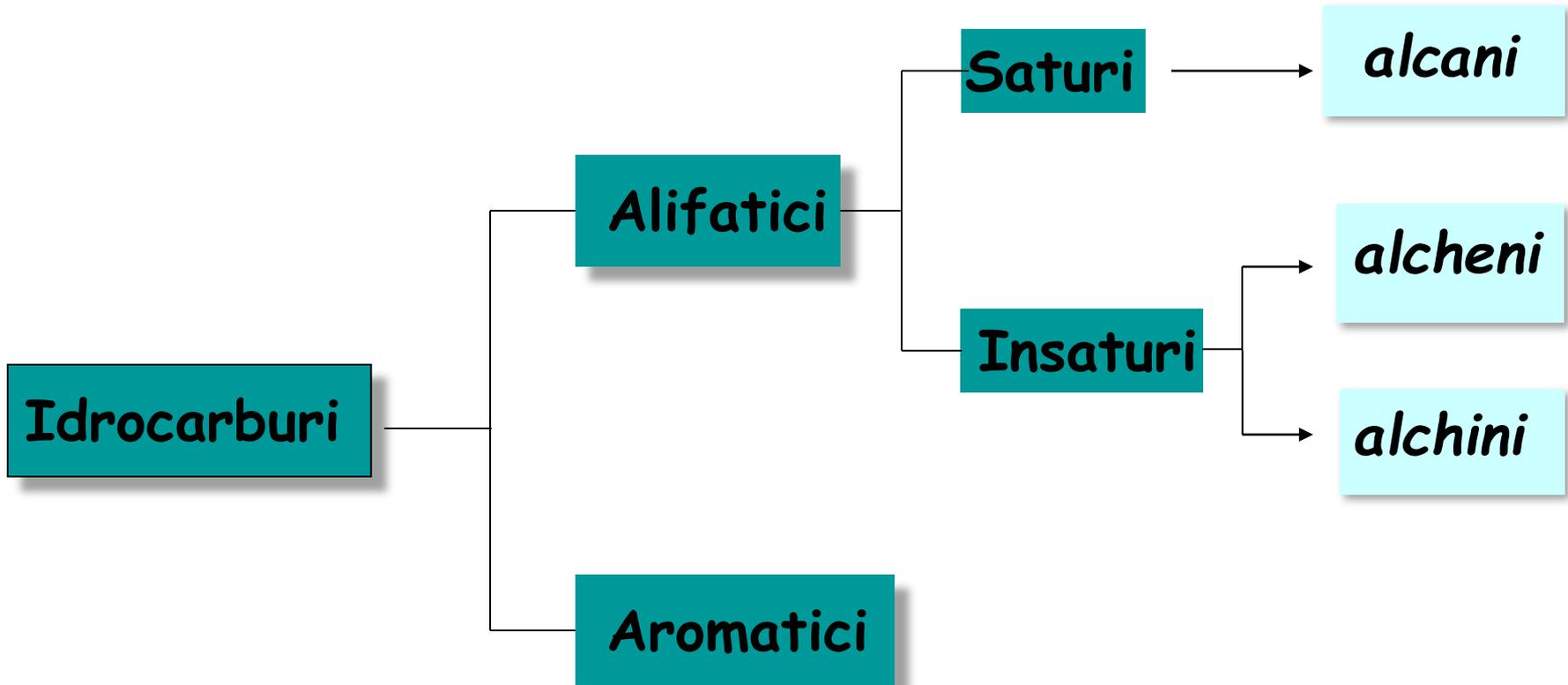
isomero D



isomero L

Idrocarburi

composti organici binari, costituiti solo da **C** e **H**



Idrocarburi saturi: presentano esclusivamente legami singoli carbonio-carbonio

Idrocarburi insaturi: contengono almeno un legame multiplo carbonio-carbonio

ALCANI

Idrocarburi saturi aciclici nei quali il carbonio è ibridato sp^3



FORMULA GENERALE

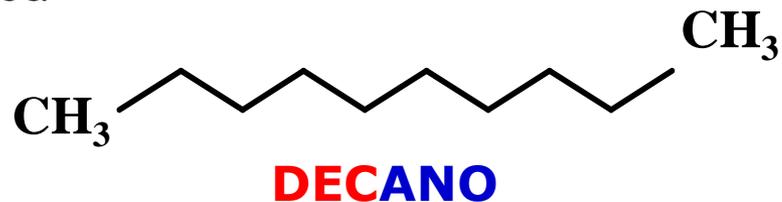
Gli atomi di C stabiliscono

- legami σ con altri C
- legami σ con atomi di H

metano	CH_4
etano	CH_3-CH_3
propano	$CH_3-CH_2-CH_3$
butano	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
pentano	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
esano	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

La famiglia degli **alcani** costituisce una **serie omologa** cioè una serie di composti dove ogni membro differisce dal successivo di un termine costante CH_2 detto gruppo **metilene**

I quattro legami σ formano angoli di $109,5^\circ$ per cui la catena assume nello spazio una ripiegatura caratteristica:



Radicale alchilico = gruppo di atomi che residua dopo aver tolto un atomo di idrogeno ad un alcano

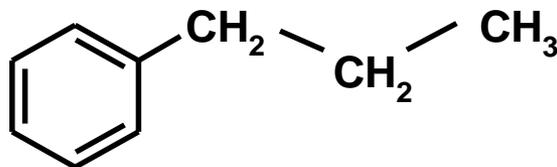
Il nome del radicale deriva dal nome dell'alcano corrispondente sostituendo la desinenza **-ano** con la desinenza **-ile**

METANO CH_4

METILE CH_3-

PROPANO $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

PROPYLE $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

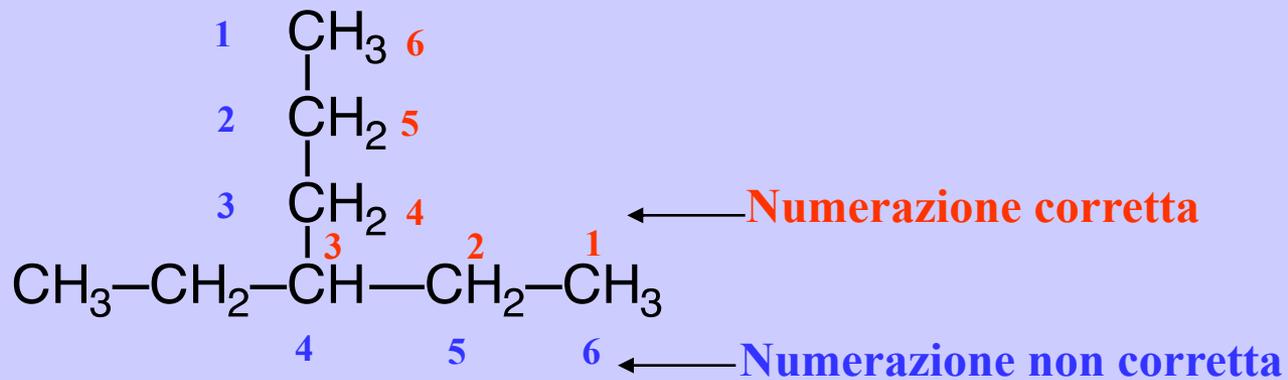


PROPILBENZENE

NOMENCLATURA DEGLI ALCANI (IUPAC)

1. Gli alcani senza ramificazioni prendono il nome dal NUMERO DI ATOMI DI CARBONIO che contengono, con desinenza -ANO
2. Nel caso di catene ramificate IL NOME BASE E' QUELLO DELLA PIÙ LUNGA CATENA CONTINUA DI ATOMI DI CARBONIO
3. I gruppi legati alla catena principale sono considerati sostituenti (radicali alchilici)
4. La numerazione della catena principale si fa in modo che IL SOSTITUENTE CHE SI INCONTRA PER PRIMO ASSUMA IL NUMERO PIÙ BASSO POSSIBILE
5. Se sulla catena esistono 2 o più sostituenti dello stesso tipo si usano i prefissi di-, tri- tetra-, ecc. Se i sostituenti sono diversi vanno messi in ordine alfabetico. Ogni sostituente è identificato da un nome e da un numero
6. I numeri che identificano i sostituenti devono essere separati da virgole, un trattino deve separare un numero da una lettera. Esempio: 2,3-dimetilesano, 3-bromo-1,2-dicloroeptano, 4-etil-3-metilottano.

IUPAC ⇒ International Union of Pure and Applied Chemistry



3-etilesano

ALCANI

PROPRIETÀ FISICHE

- SONO MOLECOLE **APOLARI**
- **NON SI SCIOLGONO IN ACQUA**
- SONO TENUTE INSIEME DA **FORZE DI VAN DER WAALS**, CHE **AUMENTANO CON LA DIMENSIONE DELLA MOLECOLA**.

**DA C1 A C4 SONO GASSOSI; TRA C5-C16 SONO LIQUIDI,
DA C18 IN SU SONO SOLIDI**

Tabella 26.1 Alcuni idrocarburi normali (Alcani)

Formula molecolare	Nome	Punto di ebollizione (°C)	Punto di fusione (°C)	Stato fisico a temperatura ambiente
CH ₄	Metano	- 161	- 184	Gas
C ₂ H ₆	Etano	- 88	- 183	
C ₃ H ₈	Propano	- 42	- 188	
C ₄ H ₁₀	<i>n</i> -Butano	- 0,5	- 138	
C ₅ H ₁₂	<i>n</i> -Pentano	36	- 130	Liquido
C ₆ H ₁₄	<i>n</i> -Esano	69	- 94	
C ₇ H ₁₆	<i>n</i> -Eptano	98	- 91	
C ₈ H ₁₈	<i>n</i> -Ottano	126	- 57	
C ₉ H ₂₀	<i>n</i> -Nonano	150	- 54	
C ₁₀ H ₂₂	<i>n</i> -Decano	174	- 30	
C ₁₁ H ₂₄	<i>n</i> -Undecano	194,5	- 25,6	
C ₁₂ H ₂₆	<i>n</i> -Dodecano	214,5	- 9,6	
C ₁₃ H ₂₈	<i>n</i> -Tridecano	234	- 6,2	
C ₁₄ H ₃₀	<i>n</i> -Tetradecano	252,5	+ 5,5	
C ₁₅ H ₃₂	<i>n</i> -Pentadecano	270,5	10	
C ₁₆ H ₃₄	<i>n</i> -Esadecano	287,5	18	
C ₁₇ H ₃₆	<i>n</i> -Eptadecano	303	22,5	Solido
C ₁₈ H ₃₈	<i>n</i> -Octadecano	317	28	
C ₁₉ H ₄₀	<i>n</i> -Nonadecano	330	32	
C ₂₀ H ₄₂	<i>n</i> -Eicosano	205 (a 15 torr)	36,7	

I **CICLOALCANI** sono idrocarburi caratterizzati da una struttura ad anello costituito esclusivamente da atomi di carbonio

Hanno caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle degli idrocarburi alifatici: i **C** sono ibridati sp^3

Nomenclatura: anteporre il prefisso *ciclo-* al nome del corrispondente idrocarburo alifatico

Angoli
 60°



ciclopropano

Angoli
 90°



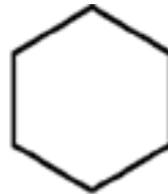
ciclobutano

Angoli
 105°

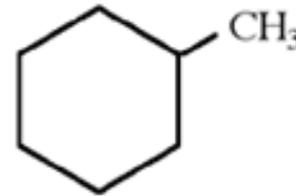


ciclopentano

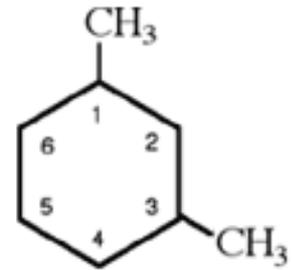
Angoli
 120°



cicloesano



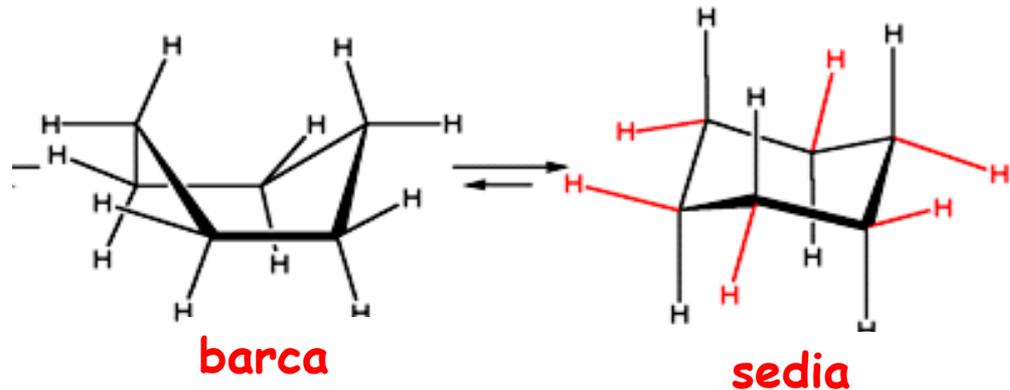
metil-cicloesano



1,3-dimetil-cicloesano

Sono composti instabili in quanto i legami sono sottoposti a notevole tensione: **L'ANELLO TENDE AD APRIRSI**

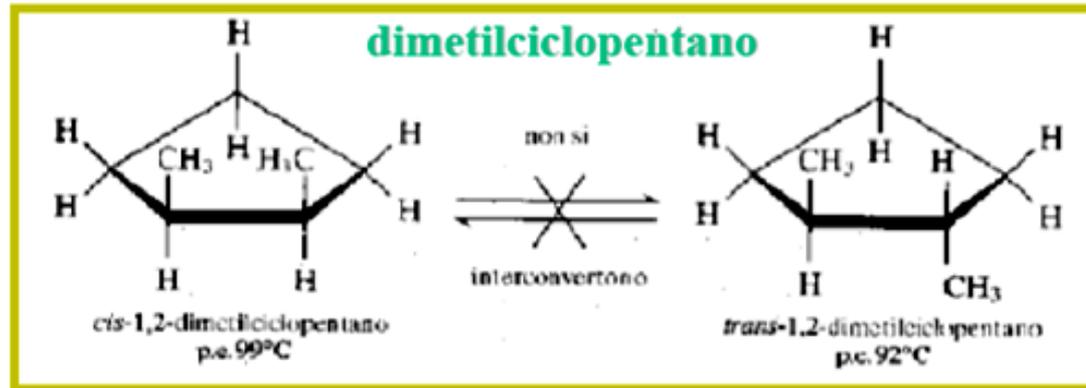
CONFORMAZIONI del cicloesano



ISOMERIA GEOMETRICA (CIS-TRANS) DEI COMPOSTI CICLICI

Nell'**isomero cis** i sostituenti si trovano **dalla stessa parte** rispetto al piano dell'anello

Nell'**isomero trans** i sostituenti si trovano da **parti opposte** rispetto al piano dell'anello

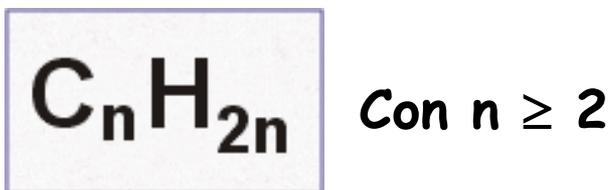


L' isomero **cis** ha proprietà chimico-fisiche diverse dall' isomero **trans**

ALCHENI

Idrocarburi aciclici **INSATURI** per la presenza di un doppio legame $C=C$

Possono essere **LINEARI**, **RAMIFICATI**, **CICLICI**



FORMULA GENERALE

Il nome si ottiene
dell'alcano corrispondente
con desinenza **-ENE**

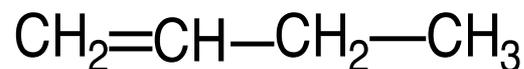
$CH_2=CH_2$	etene
$CH_2=CH-CH_3$	propene
$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	1-butene

ALCHENI

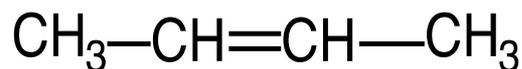
Si numerano gli atomi di carbonio della catena principale a partire dalla estremità più prossima al doppio legame

Presentano ISOMERIA

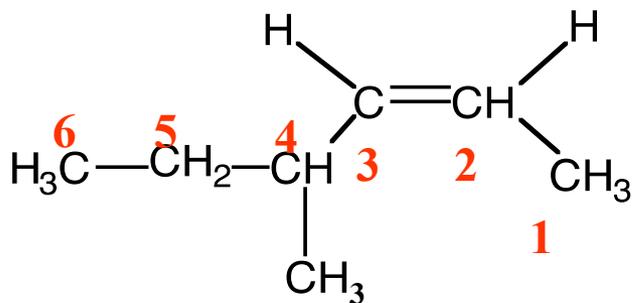
- di catena
- di posizione del doppio legame
- geometrica



1-butene



2-butene

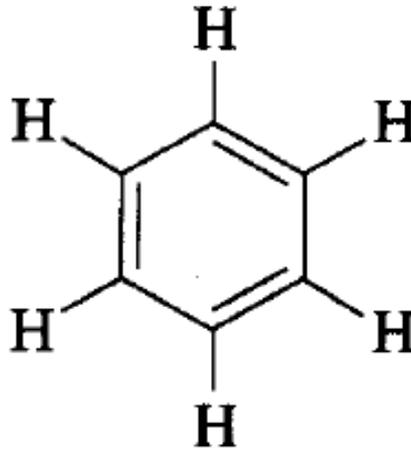


4-metil-*cis*-2-esene

COMPOSTI AROMATICI

Sono composti organici che contengono uno o più anelli aromatici nella loro struttura

Capostipite dei composti aromatici è il **benzene**, avente formula bruta **C_6H_6**

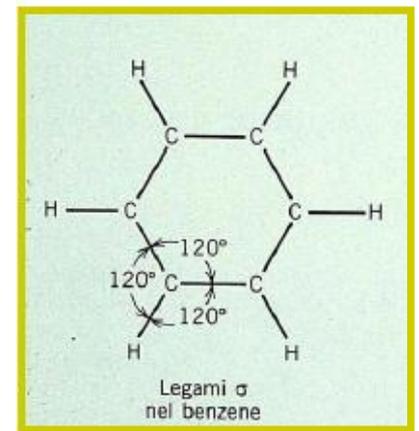


Benzene

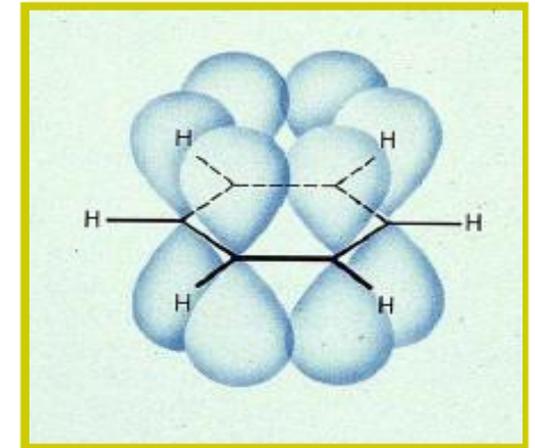
**SEBBENE INSATURI HANNO UN
COMPORTAMENTO CHIMICO
DIVERSO DAGLI ALCENI.**

Ogni legame C-C è equivalente e la lunghezza di legame (1.39\AA) è intermedia a quella prevista per un legame semplice (1.54\AA) e un doppio (1.33\AA)

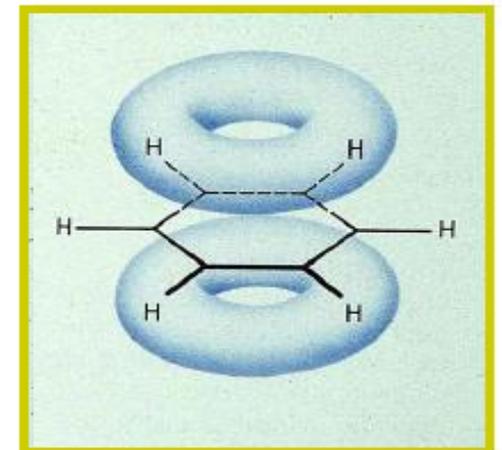
La molecola è planare con angoli di 120° : la forma è quindi quella di un esagono regolare

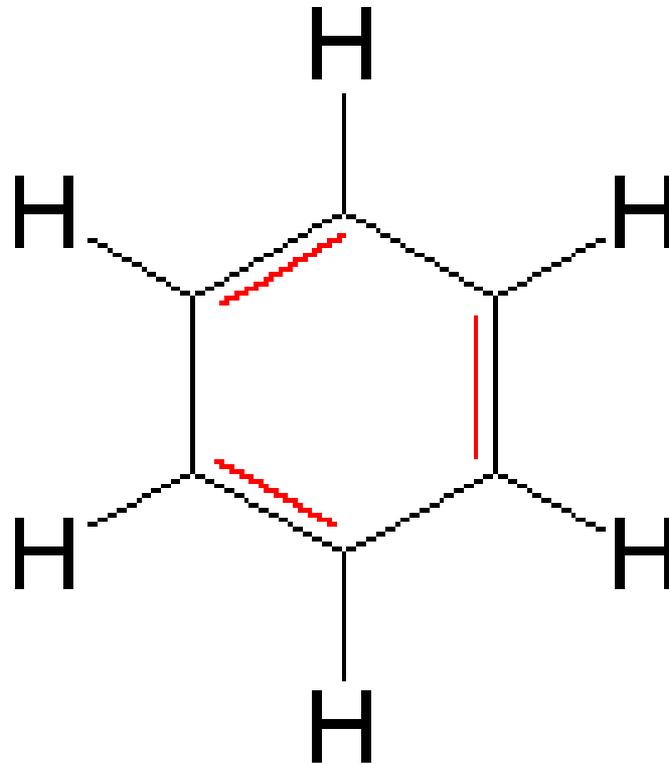


Ogni carbonio ha ibridazione sp^2 e i 6 orbitali p non ibridati, uno per atomo, sono disposti perpendicolarmente al piano e parallelamente fra loro



I sei elettroni p si delocalizzano in un unico orbitale π esteso a tutto l'anello





Anelli aromatici: si ritrovano in molte molecole di importanza biologica come **ormoni, aminoacidi e basi azotate** e conferiscono a questi composti caratteristiche di idrofobicità o apolarità

POLICICLICI AROMATICI E CANCRO

- PRESENTI NEL *CATRAME* E NEL *CARBON FOSSILE* MA ANCHE NELLA *FULIGGINE* E NEL *FUMO DELLE SIGARETTE*, OPPURE NELLA *CARNE COTTA ALLA GRIGLIA*.
- *L'ORGANISMO TENTA DI ESPELLERLI CON LE URINE OSSIDANDOLI PER RENDERLI PIÙ SOLUBILI*. QUESTI PRODOTTI D'OSSIDAZIONE SONO I *VERI RESPONSABILI DEL CANCRO*.

