

La chimica organica è la chimica dei composti contenenti carbonio

I carbonati, il biossido di carbonio sono un'eccezione in quanto vengono classificati come composti inorganici. Una definizione più corretta potrebbe essere:

***La chimica dei composti
contenenti legami carbonio-carbonio***

Il carbonio occupa un posto centrale nella Tavola Periodica.

TABELLA 1.3 Serie di elettronegatività di alcuni elementi^a

IA	IIA	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
H 2,1								
Li 1,0	Be 1,5			B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2			Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0						Br 2,8	I 2,5

elettronegatività crescente →

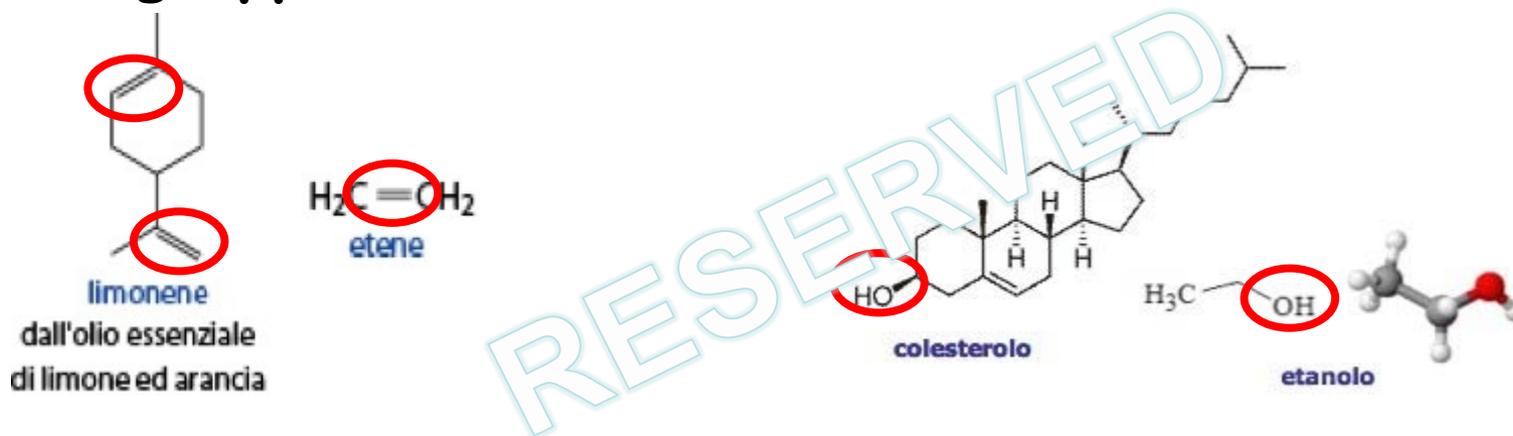
elettronegatività crescente ↑

^a I valori di elettronegatività sono relativi, non assoluti. Per questo esistono varie scale di elettronegatività. Le elettronegatività qui indicate sono quelle della scala sviluppata da Linus Pauling.

Ha un'elettronegatività tale da preferire legami covalenti con gli altri non metalli, formando milioni di composti stabili.

Gruppi funzionali

E' possibile catalogare tutti i composti organici in poche decine di famiglie. La collocazione di una molecola in una famiglia dipende dalla presenza di un caratteristico gruppo di atomi definito **gruppo funzionale**.

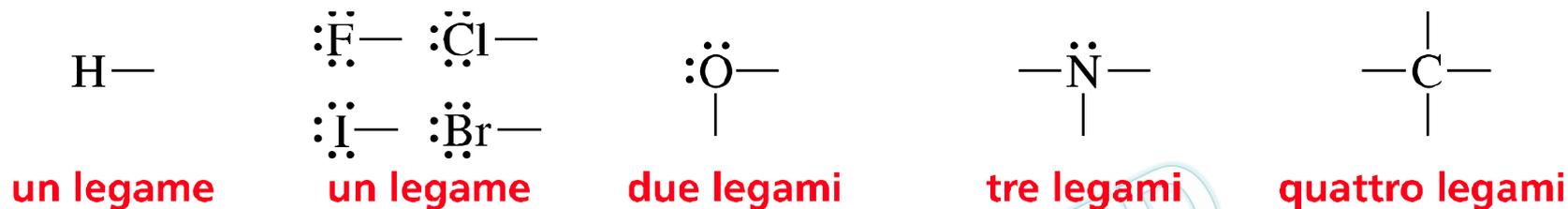


Etene e limonene appartengono alla stessa famiglia, quella degli alcheni, perché possiedono lo stesso gruppo funzionale, il **doppio legame C-C**, e la loro reattività chimica sarà molto simile indipendentemente dalle loro dimensioni o dalla loro complessità.

LEGAME COVALENTE

- ✓ Condivisione di elettroni
- ✓ Puro o polare
- ✓ Singolo, doppio e triplo

Ricordare



- H ha un solo legame
- F, Cl, Br e I hanno un solo legame e tre coppie di elettroni non condivise
- O ha due legami e due coppie di elettroni non condivise
- N ha tre legami ed una coppia di elettroni non condivisa
- C ha quattro legami

LEGAME COVALENTE

Classificato in base alla differenza di elettronegatività tra gli atomi legati in:

Legame covalente apolare gli elettroni sono condivisi in misura uguale

Legame covalente polare gli elettroni sono condivisi in misura disuguale



Come si stabilisce se un legame è apolare o polare? Elettronegatività!

- O e N più elettronegativi del C. Legami polarizzati
- C-C e C-H legami apolari

TABELLA 1.3 Serie di elettronegatività di alcuni elementi

IA	IIA	IB	IIB	IIIA	IVA	V	VA	VIA
H 2,1								
Li 1,0	Be 1,5			B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2			Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0							Br 2,8
								I 2,5

elettronegatività crescente

elettronegatività crescente

^a I valori di elettronegatività sono relativi, non assoluti. Per questo esistono varie scale di elettronegatività. Le elettronegatività qui indicate sono quelle della scala sviluppata da Linus Pauling.

Sulla base di semplici considerazioni geometriche si può dimostrare la seguente corrispondenza:

N° di coppie

geometria

2

lineare

3

trigonale planare

4

tetraedrica

5

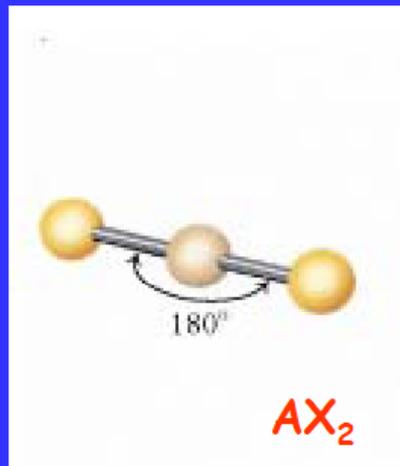
trigonale bpiramidale

6

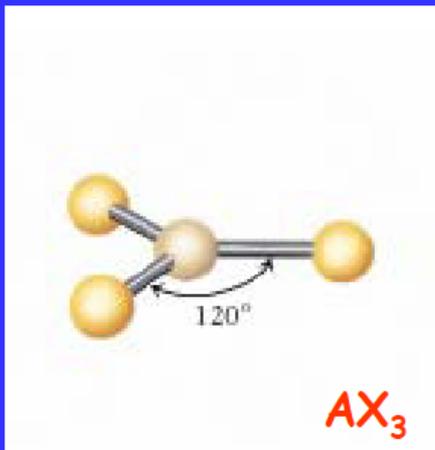
ottaedrica

RESERVED

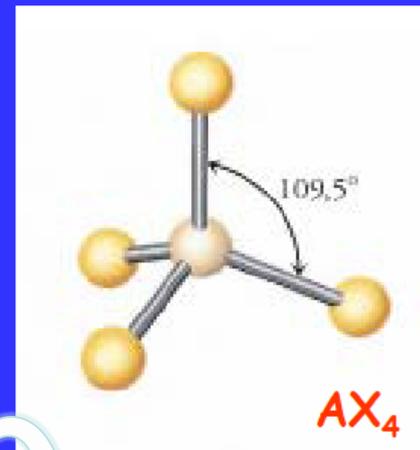
In questo conteggio vanno considerate tutte le coppie elettroniche attorno all'atomo centrale, sia le coppie di legame che quelle solitarie.



Lineare

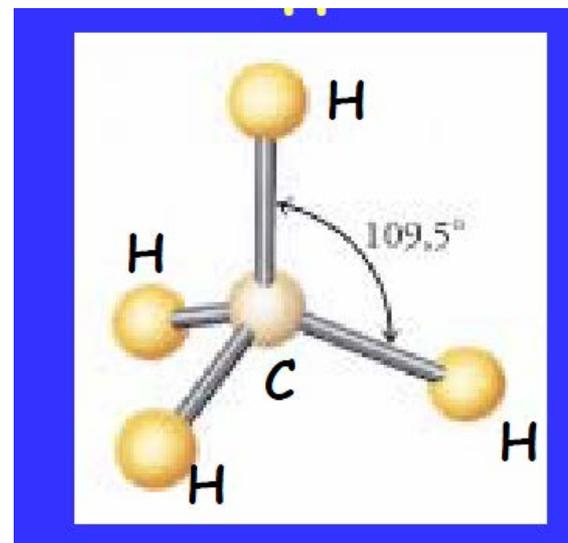
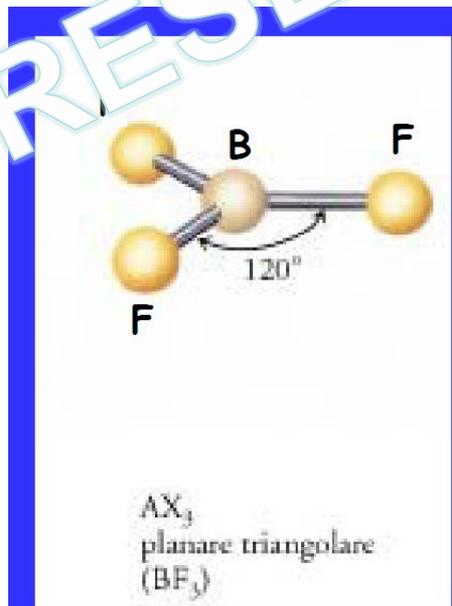
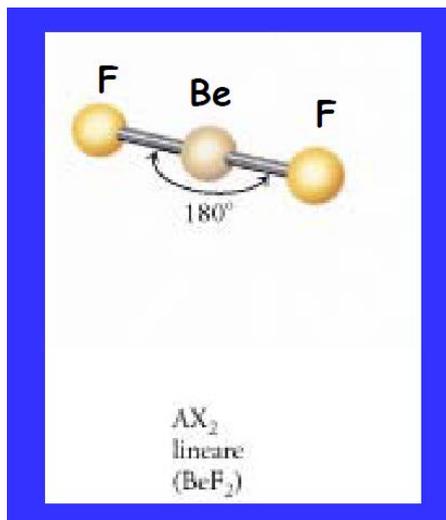


Trigonale
planare



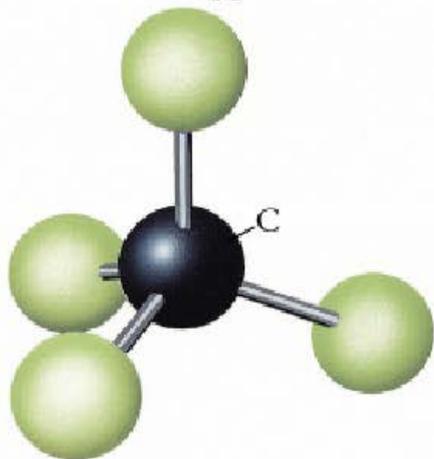
Tetraedrica

RESERVED



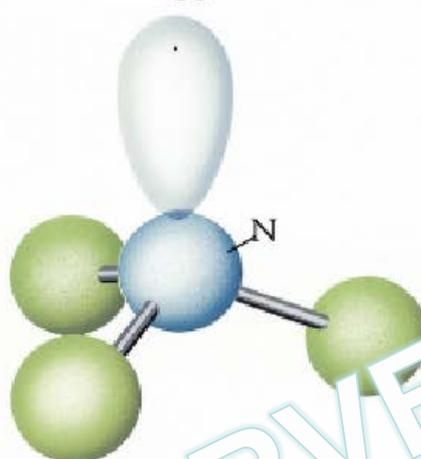
Quattro coppie di elettroni:

Nessuna coppia solitaria



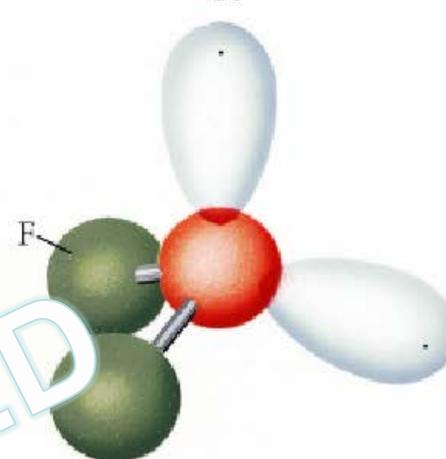
Tetraedrica (CCl_4)

Una coppia solitaria



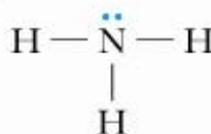
Piramidale trigonale (NCl_3)

Due coppie solitarie

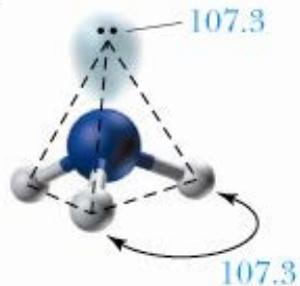


Angolare (OF_2)

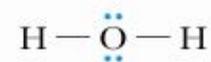
(a)



(b)

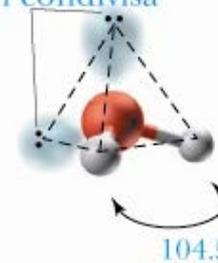


(a)



(b)

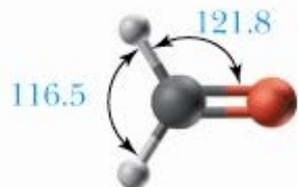
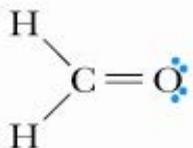
Coppia di elettroni non condivisa



I legami multipli?

trattati come una singola regione di densità elettronica.

Formaldeide



Vista dall'alto

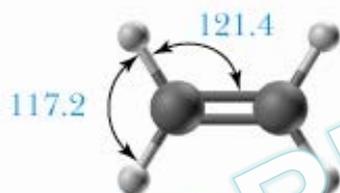
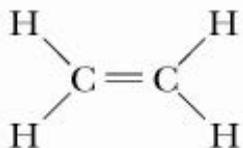


Vista di lato



Trigonale planare
(b)

Etilene

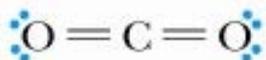


Vista dall'alto



Vista di lato

Biossido di carbonio



Vista laterale



Vista dall'estremità



Lineare

Acetilene



Vista laterale

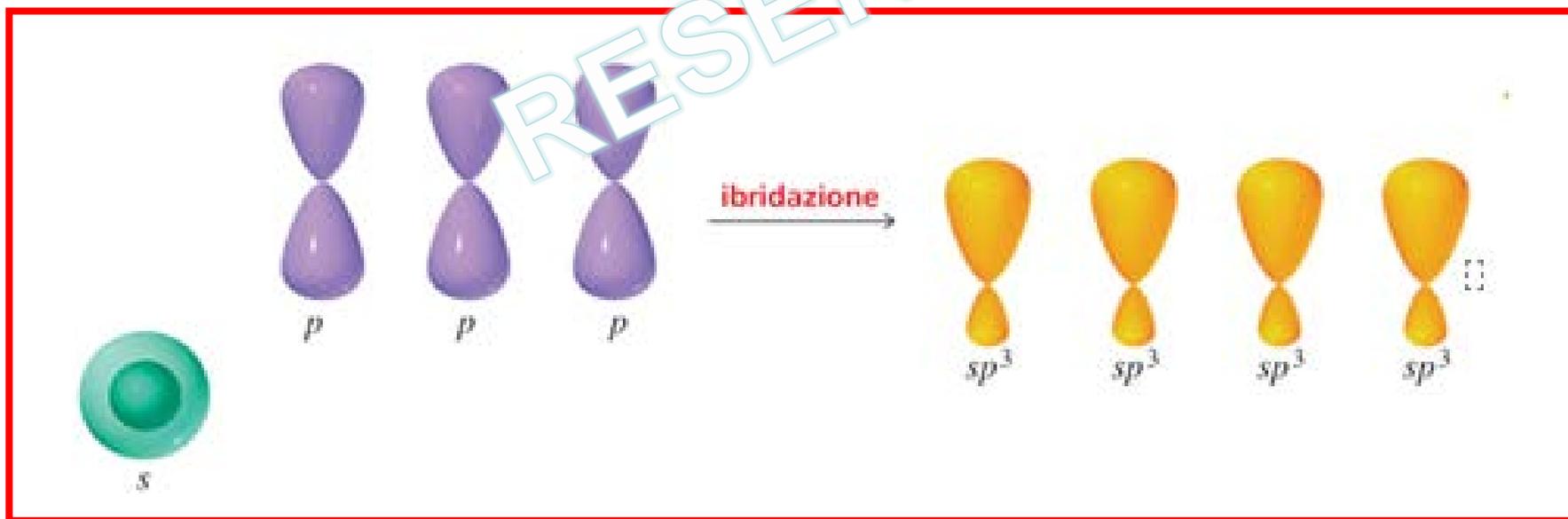


Vista dall'estremità

Ibridazione sp^3

Dalla combinazione di un orbitale atomico di tipo 2s e 3 orbitali atomici di tipo 2p si generano **4 orbitali atomici ibridi di tipo sp^3** . **Ciascun orbitale ibrido sp^3 ospita un elettrone.**

Ricordare: il C appartiene al IV gruppo. 4 elettroni esterni da sistemare..



Orbitali ibridi sp^3 , sp^2 ed sp

L'apice nella designazione degli orbitali ibridi indica il numero di orbitali atomici che si combinano per formare gli orbitali ibridi.

Ad esempio:

sp^3

indica che per formare l'orbitale ibrido si combinano 1 orbitale atomico s e 3 orbitali atomici p

sp^2

indica che per formare l'orbitale ibrido si combinano 1 orbitale atomico s e due orbitali atomici p

sp

indica che per formare l'orbitale ibrido si combinano 1 orbitale atomico s ed 1 orbitale atomico p

Il carbonio è in grado di formare legami multipli (doppi o tripli) in cui presenta *ibridazione non* di tipo sp^3

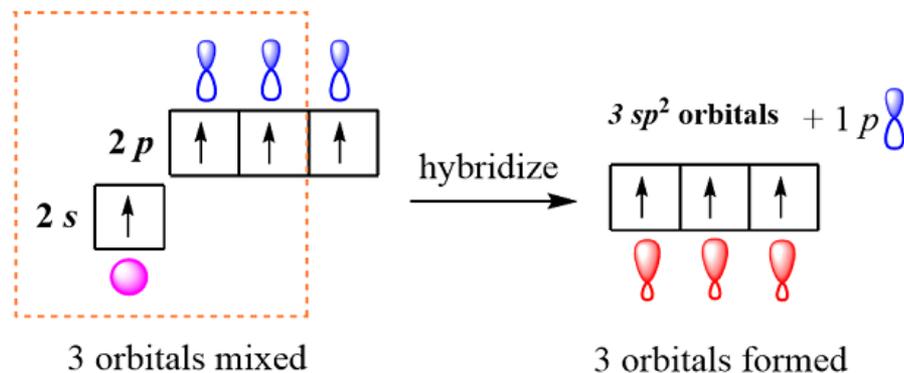
-Ibridazione sp^2

-Ibridazione sp

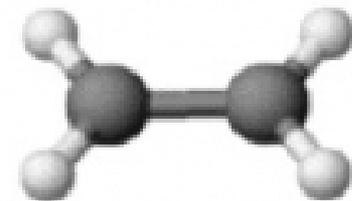
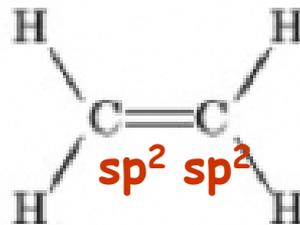
RESERVED

ibridazione sp^2

Doppio legame $C=C$



◆ Uno dei legami, del doppio legame, risulta dalla sovrapposizione assiale di un orbitale sp^2 di un C con l'orbitale sp^2 dell'altro C; questo è un **legame sigma (σ)**

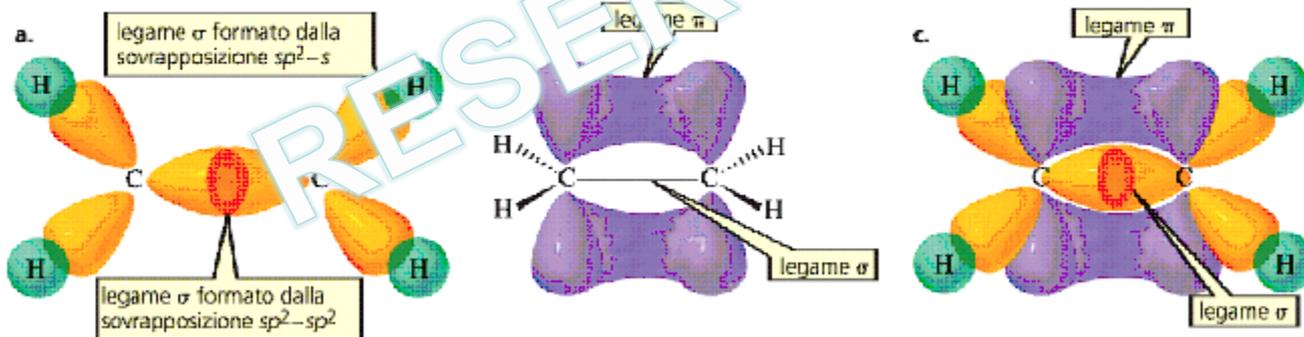


◆ Il secondo legame $C-C$ si origina dalla sovrapposizione laterale dei due orbitali p non ibridati. Si genera in questo modo un legame detto **legame pi (π)**

Formazione di legami covalenti σ e π per sovrapposizione di orbitali atomici

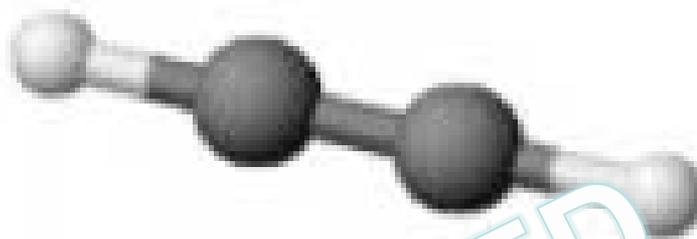
Un legame σ è un legame covalente in cui la sovrapposizione degli orbitali del legame avviene lungo l'asse che unisce i due nuclei.

Un legame π (π) è un legame covalente formato per sovrapposizione laterale di orbitali non ibridi p paralleli.



Triplo legame e ibridazione sp

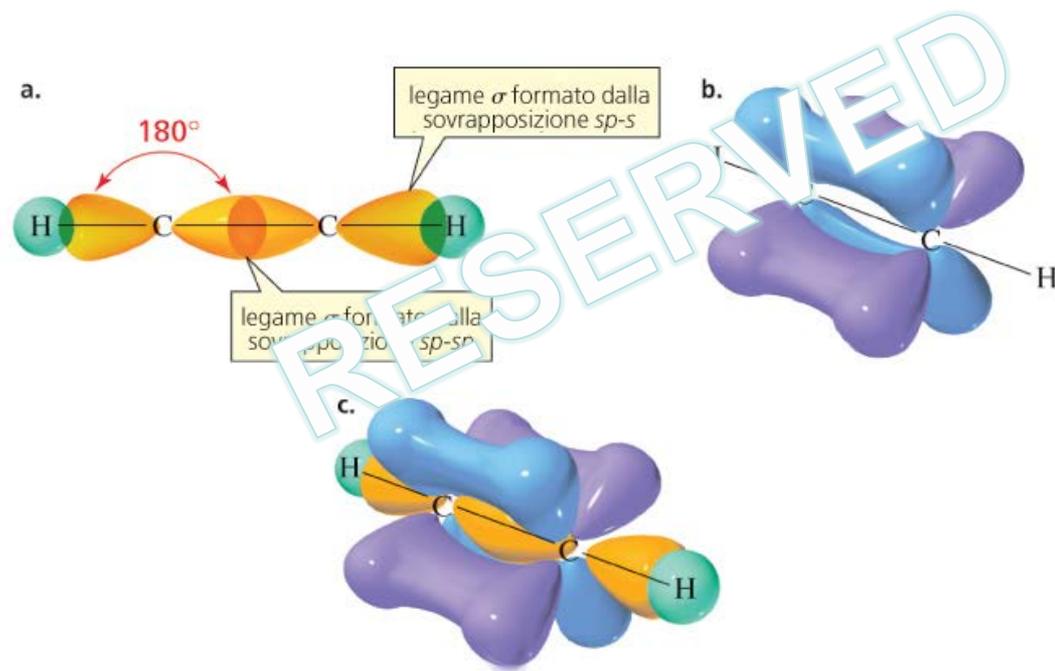
Il carbonio può formare anche legami tripli come nella molecola di acetilene (oppure etino). I due carboni hanno **ibridazione sp**.



L'ibridazione sp origina dalla combinazione dell'orbitale 2s e uno solo degli orbitali p. Ne risultano 2 orbitali ibridi sp e due orbitali p non ibridati, tutti contenenti un elettrone spaiato.



Quando due carboni con ibridazione sp si legano, gli orbitali sp si sovrappongono per formare un legame σ . Dalla sovrapposizione laterale dei 4 orbitali p che restano (2 per ciascun carbonio) si formano due legami π .



Formazione del triplo legame carbonio - carbonio (uno di tipo σ e due di tipo π) nella molecola di acetilene

In tabella sono riassunti la relazione tra il numero di gruppi legati al carbonio, l'ibridazione degli orbitali ed i tipi di legame coinvolti.

TABELLA 1.9 Legami covalenti del carbonio

Gruppi legati al carbonio	Ibridazione degli orbitali	Angoli di legame previsti	Tipo di legami di carbonio	Esempio	Nome
4	sp^3	109.5°	quattro legami sigma	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & - & \text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	etano
3	sp^2	120°	tre legami sigma e un legame pi	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	etilene
2	sp	180°	due legami sigma e due legami pi	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	acetilene

Ibridazione sp^3 geometria tetraedrica con angoli di 109.5°

Ibridazione sp^2 geometria planare con angoli di 120°

Ibridazione sp geometria lineare con angoli di 180°

RESERVED

Importante: l'ibridazione non riguarda solo il C ma ANCHE Ossigeno e azoto.

Azoto: sp^3 , sp^2 , sp

Ossigeno: sp^3 , sp^2

RIEPILOGANDO

Tutti i legami singoli sono legami σ

Tutti i doppi legami sono formati da un legame σ e da un legame π

Tutti i tripli legami sono formati da un legame σ e da due legami π

Il modo più semplice per determinare l'ibridazione di un atomo di C, O o N è quello di guardare il numero di legami che forma.

- ◆ Se non forma legami π ha l'ibridazione sp^3
- ◆ Se forma un legame π ha ibridazione sp^2
- ◆ Se forma due legami π ha ibridazione sp

Esempi: indicare ibridazione del C in HCN/R₂CO/RCH₂OH/RCHO

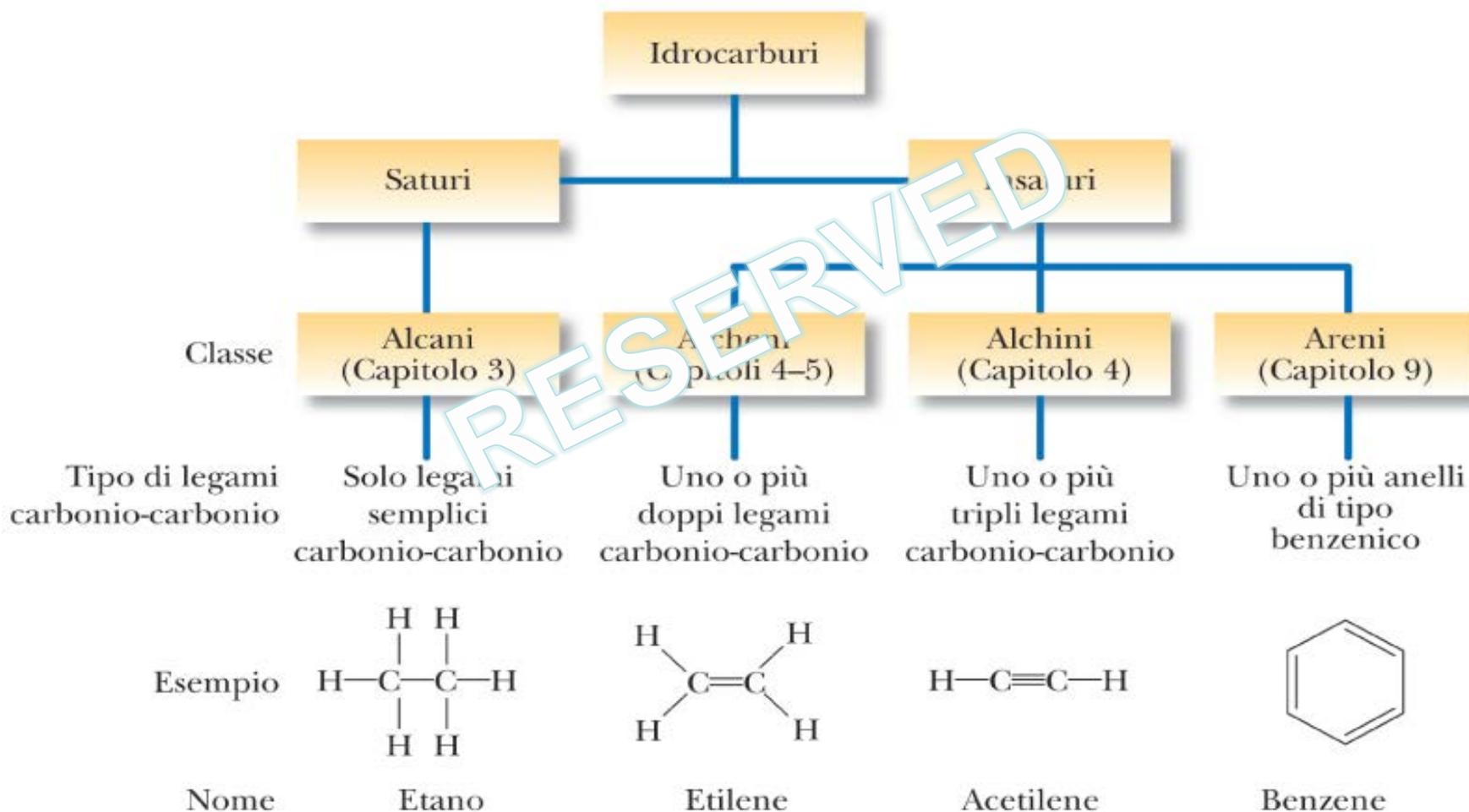
Ricordare che il C deve formare 4 legami, O 2 legami, N 3 legami, H 1 legame...Lewis...

**Andiamo nel dettaglio delle
famiglie di composti organici**

RESERVED

GLI IDROCARBURI

Gli idrocarburi contengono solo carbonio e idrogeno



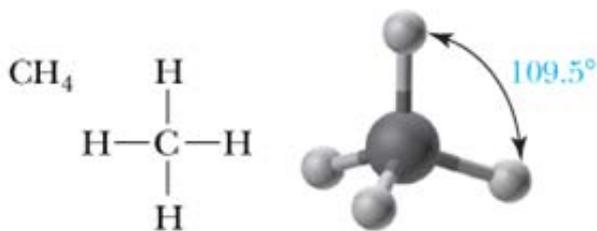
Alcani

Gli alcani noti anche come *idrocarburi saturi* sono molecole organiche costituite solo da carbonio e idrogeno con **esclusivamente legami singoli**.

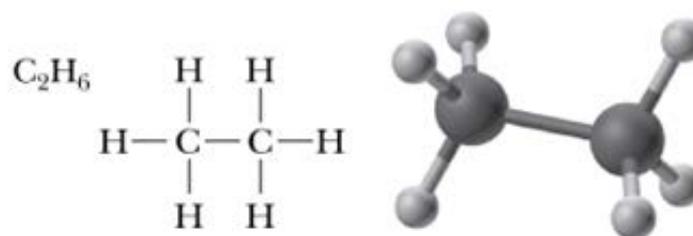
▲ Formula molecolare C_nH_{2n+2}

▲ Ibridazione sp^3 del carbonio. Geometria tetraedrica

▲ La famiglia degli alcani è una serie **omologa**. Ogni membro differisce dal successivo per un metilene (gruppo CH_2).



Metano



Nomenclatura alcani lineari

• Gli alcani con n. di atomi di carbonio ≤ 4 hanno nomi tradizionali (metano, etano, propano e butano)

• Per gli alcani con n. di atomi di carbonio $n > 4$, semplici e non ramificati, il nome si ottiene in accordo con le regole **IUPAC** aggiungendo:

il **suffisso -ano** alla **radice greca** del numero di atomi di carbonio (**pent-** per cinque, **es-** per sei etc.)

Nomi degli alcani lineari semplici

Numero di C	Radice	suffisso	nome
1	Met	ano	Metano
2	Et	ano	Etano
3	Prop	ano	Propano
4	But	ano	Butano
5	Pent	ano	Pentano
6	Es	ano	Esano
7	Ept	ano	Eptano
8	Ott	ano	Ottano
9	Non	ano	Nonano
10	Dec	ano	Decano

I **primi quattro prefissi** della tabella furono scelti dalla IUPAC perché erano già radicati nel linguaggio della chimica organica. Ad esempio il prefisso but- appare nel nome dell'acido butirrico, un composto a 4 atomi di C formato per ossidazione all'aria del grasso del burro (dal latino butyrum, burro)

TABELLA 3.1 Nomi, formule molecolari e formule di struttura abbreviate dei primi 20 alcani con catene non ramificate

Nome	Formula molecolare	Formula di struttura abbreviata	Nome	Formula molecolare	Formula di struttura abbreviata
metano	CH ₄	CH ₄	undecano	C ₁₁ H ₂₄	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₃
etano	C ₂ H ₆	CH ₃ CH ₃	dodecano	C ₁₂ H ₂₆	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃
propano	C ₃ H ₈	CH ₃ CH ₂ CH ₃	tridecano	C ₁₃ H ₂₈	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ CH ₃
butano	C ₄ H ₁₀	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	tetradecano	C ₁₄ H ₃₀	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ CH ₃
pentano	C ₅ H ₁₂	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	pentadecano	C ₁₅ H ₃₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₃ CH ₃
esano	C ₆ H ₁₄	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	esadecano	C ₁₆ H ₃₄	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CH ₃
eptano	C ₇ H ₁₆	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	eptadecano	C ₁₇ H ₃₆	CH ₃ (CH ₂) ₁₅ CH ₃
ottano	C ₈ H ₁₈	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	ottadecano	C ₁₈ H ₃₈	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ CH ₃
nonano	C ₉ H ₂₀	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	nonadecano	C ₁₉ H ₄₀	CH ₃ (CH ₂) ₁₇ CH ₃
decano	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	eicosano	C ₂₀ H ₄₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ CH ₃

Radicali alchilici o gruppi alchilici

Rimuovendo un idrogeno da una catena alchilica si ottiene un radicale alchilico o gruppo alchilico.

Il nome di un radicale alchilico si ottiene sostituendo il suffisso **ano** dell'alcano corrispondente con il suffisso **ile**.

CH_4 metano	CH_3-	metile
CH_3CH_3 etano	CH_3CH_2-	etile
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ propano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	propile

Il nome dei radicali alchilici è molto importante per la nomenclatura degli alcani ramificati.

Nomenclatura

International

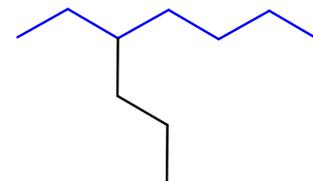
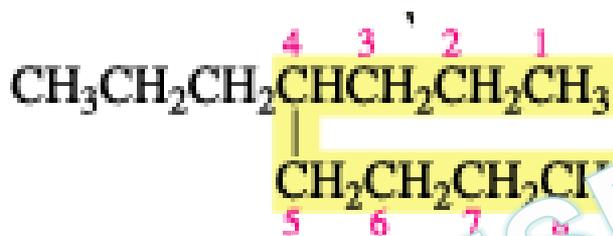
Union of

Pure and

Appplied

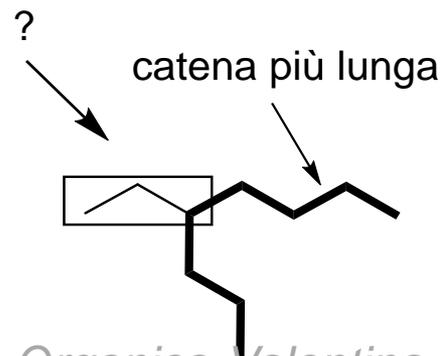
Chemistry

1. Individuare la catena carboniosa più lunga. Può essere necessario "svoltare"
 La catena deve avere un inizio e una fine. La catena può essere piegata



2. Individuazione delle ramificazioni (o sostituenti) della catena aggiungendo la desinenza *ile* alla radice corrispondente al numero di carboni di cui è formato il sostituento

In questo esempio: sostituento formato da due carboni → radice → *et* → desinenza → *ile* → etile

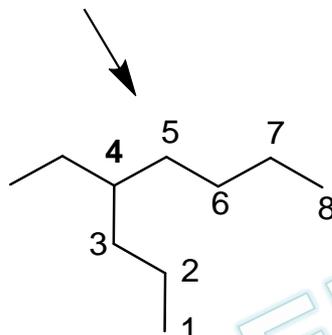


!attenzione a come sono scritti

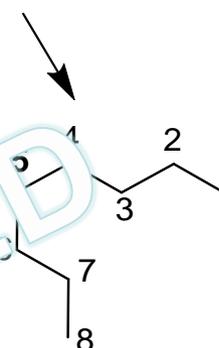
3. Numerazione della catena principale

bisogna scegliere quella che dà il numero più basso possibile al carbonio che porta il sostituito. Nel nostro esempio la numerazione esatta è quella da sinistra a destra in modo da dare il numero 4 al carbonio sostituito con il gruppo etile.

Numerazione giusta



Numerazione errata



4. Costruzione del nome derivativo

Il nome finale si costruisce scrivendo nell'ordine da sinistra a destra: posizione del sostituito, trattino, nome del sostituito, nome della catena principale (fusi in un'unica parola)

posizione sostituito

–

nome sostituito

catena principale

Nel nostro esempio il nome completo è: 4-etilottano



Nota bene: nella costruzione del nome tutte le vocali finali dei sostituiti si eliminano

•Se la catena principale porta più sostituenti, bisogna dare il numero più basso possibile al 1° sostituente.



Il nome completo è: **3-etil-6-metilnonano**.

•Quando ci sono più sostituenti uguali si usano prefissi di, tri, tetra etc



Il nome completo è: **2,5-dimetilottano**.

•Se tutte le possibili direzioni di numerazione portano allo stesso numero per il 1° sostituente si procede in modo da dare il numero più basso al 2° sostituente



Il nome completo è: **2,3,6-trimetileptano**.

•Se tutte le possibili direzioni di numerazione portano allo stesso numero per il 1° sostituente, si numera in modo da dare il n più basso possibile al sostituente con priorità alfabetica



Il nome completo è: **2-cloro-5-metilesano**.

ISOMERI

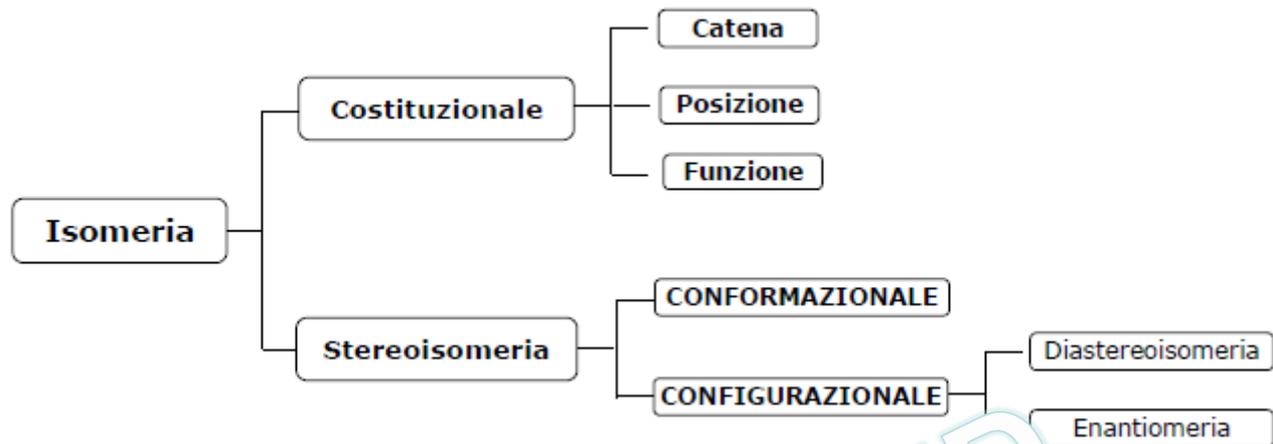
Si definiscono isomeri

composti con **identica formula molecolare**, ma **diversa struttura** (concatenazione degli atomi) o **diversa configurazione // conformazione** (disposizione degli atomi nello spazio)

N.B.

- formula molecolare: *quanti e quali atomi sono presenti nella molecola*
- formula di struttura: *in che modo questi atomi sono reciprocamente disposti*

Gli isomeri hanno quindi stesso peso molecolare, ma diverse caratteristiche chimico-fisiche



Gli isomeri costituzionali possono essere divisi in:

- **di catena**, che interessa la struttura dell'"scheletto" di carbonio
- **di posizione**, che interessa la posizione di legami multipli o di gruppi contenenti atomi diversi da carbonio e idrogeno;
- **di gruppo funzionale**, isomerici cioè che pur avendo formula bruta uguale, presentano gruppi funzionali diversi

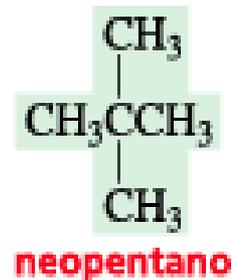
Gli stereoisomeri:

- **configurazionali**, o **ottici**, nelle molecole in cui sono presenti degli elementi [stereogenici](#)
- **Geometrici** nelle molecole la cui struttura impedisce una libera rotazione attorno a uno o più legami
- **Conformazionali**: diverse orientazioni date dalla rotazione intorno un legame C-C

Isomeri di catena

Sono composti che hanno la stessa formula molecolare ma **diversa formula di struttura** (cioè differiscono per l'ordine in cui sono legati gli atomi).

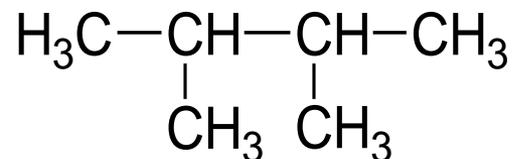
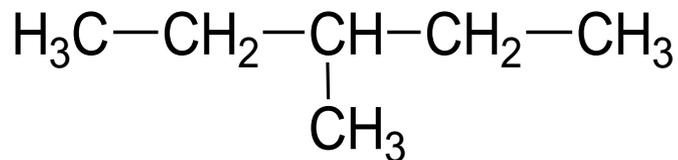
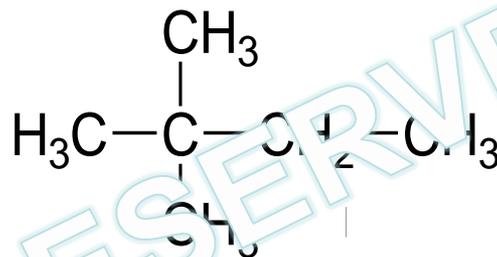
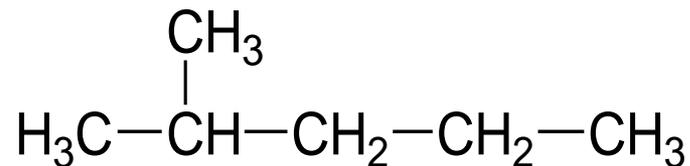
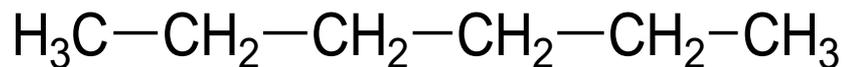
Esistono 2 possibili strutture che possiamo scrivere per un alcano a 4 C (formula molecolare C_4H_{10}): una struttura lineare e una ramificata.



Chimica Organica-Valentina Sepe

Attenzione: bisogna saperli prevedere....

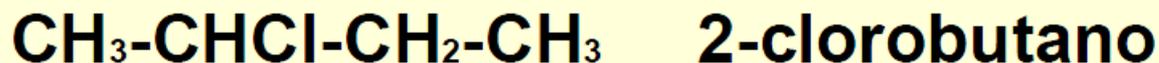
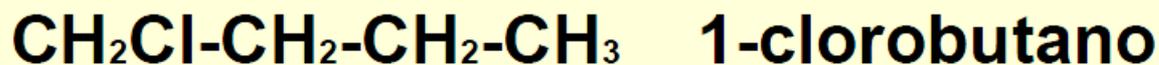
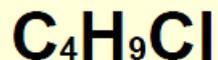
C_6H_{14} : abbiamo 5 isomeri di struttura



Vi sono 3 isomeri strutturali di formula C_5H_{12}
75 isomeri strutturali di formula $C_{10}H_{22}$
~ 37 milioni di isomeri strutturali di formula $C_{25}H_{52}$

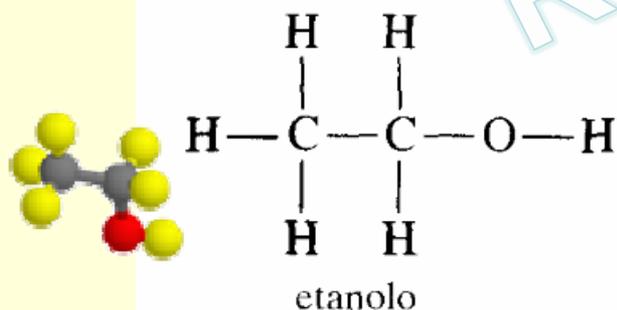
Atomi di carbonio	Isomeri strutturali
1	1
5	3
10	75
15	4347
25	36797588

- Isomeri di **posizione**

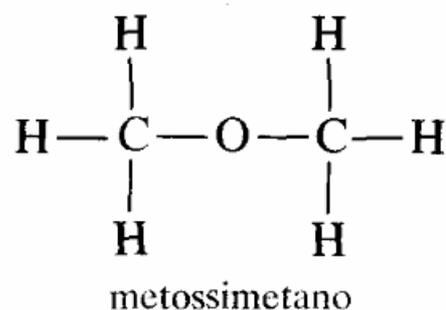


Attenzione: bisogna saperli prevedere... Quanti isomeri per $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$??

- Isomeri di **funzione**



e



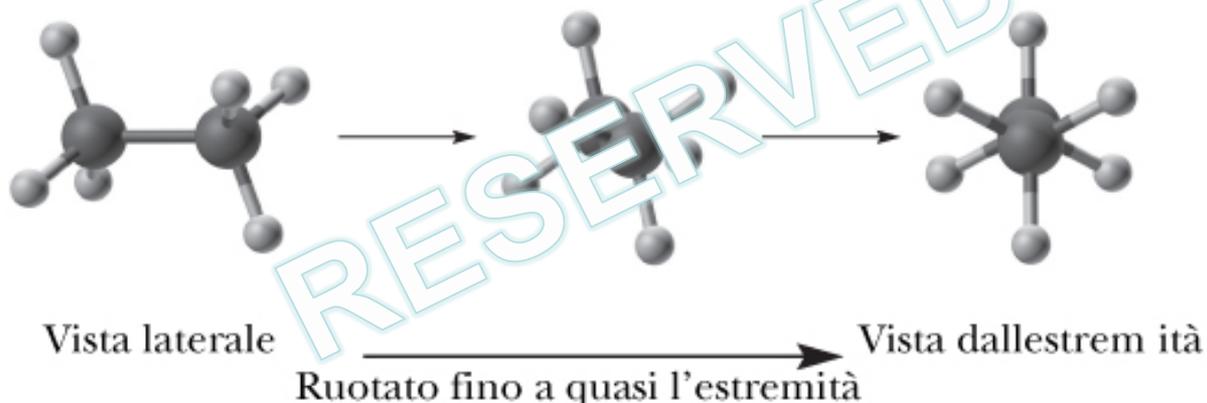
Alcoli/eteri; aldeidi/chetoni....

CONFORMAZIONE NELL'ETANO

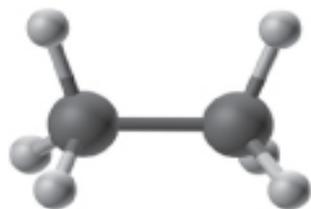
La libera rotazione del legame singolo C-C genera, nell'etano, due isomeri conformazionali:

- conformazione sfalsata
- conformazione eclissata

(a)



(a)



Vista laterale

(b)



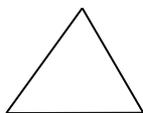
Ruotato fino a quasi l'estremità

Cicloalcani

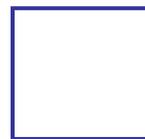
▲ Formula molecolare C_nH_{2n} ($n \geq 3$)

▲ Ibridazione sp^3 del carbonio. **Tutti legami semplici.**
Geometria tetraedrica del carbonio

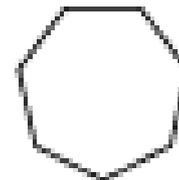
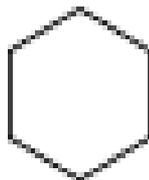
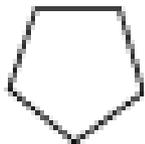
Gli atomi di carbonio sono disposti in un anello. Possono essere rappresentati come dei poligoni dove ogni vertice corrisponde ad un gruppo CH_2 .



Ciclopropano



Ciclobutano



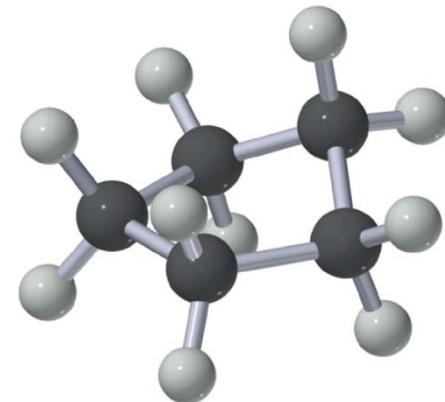
La nomenclatura segue le stesse regole adottate per gli alcani. Si premette il prefisso **ciclo-**

I cicloalcani, ad eccezione del ciclopropano, non sono piani ma adottano delle conformazioni ripiegate tridimensionali **ISOMERIA CONFORMAZIONALE**

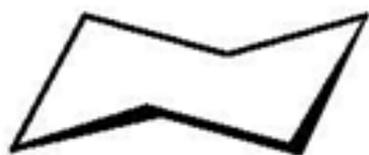
Il ciclobutano adotta una conformazione in cui uno dei due CH_2 è a 25° rispetto al piano definito dagli altri 3 gruppi CH_2 .



Il ciclopentano assume, a causa della tensione torsionale, una conformazione piegata a busta in cui l'aumento di tensione angolare (angoli di 105°) bilancia la diminuzione di tensione torsionale.



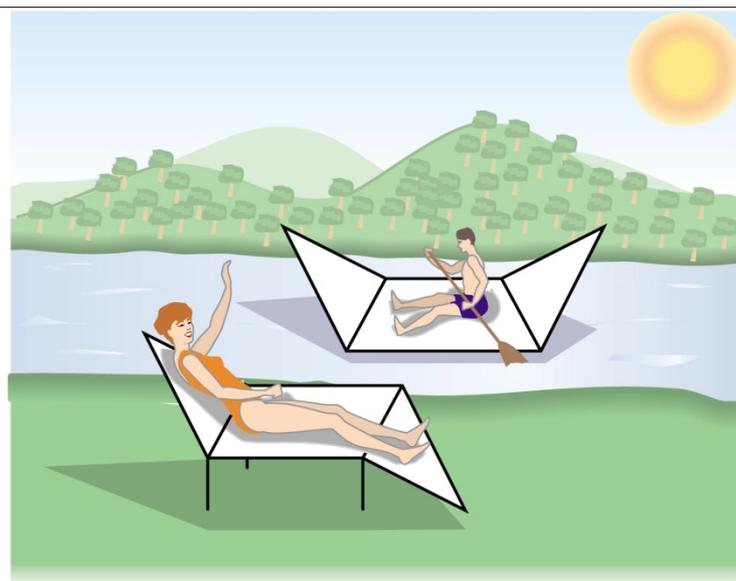
il cicloesano può disporsi in due forme principali che sono:
la **conformazione a barca**
la **conformazione a sedia**
che possono interconvertirsi tra loro per semplice
rotazione intorno ai legami σ C-C.



sedia

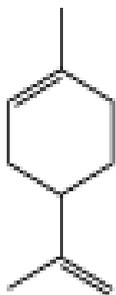


barca



Gli alcheni

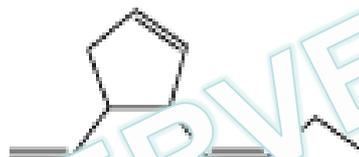
Gli alcheni svolgono importanti funzioni biologiche.



limonene
dall'olio essenziale
di limone ed arancia



β -fellandrene
dall'olio essenziale
di eucalipto



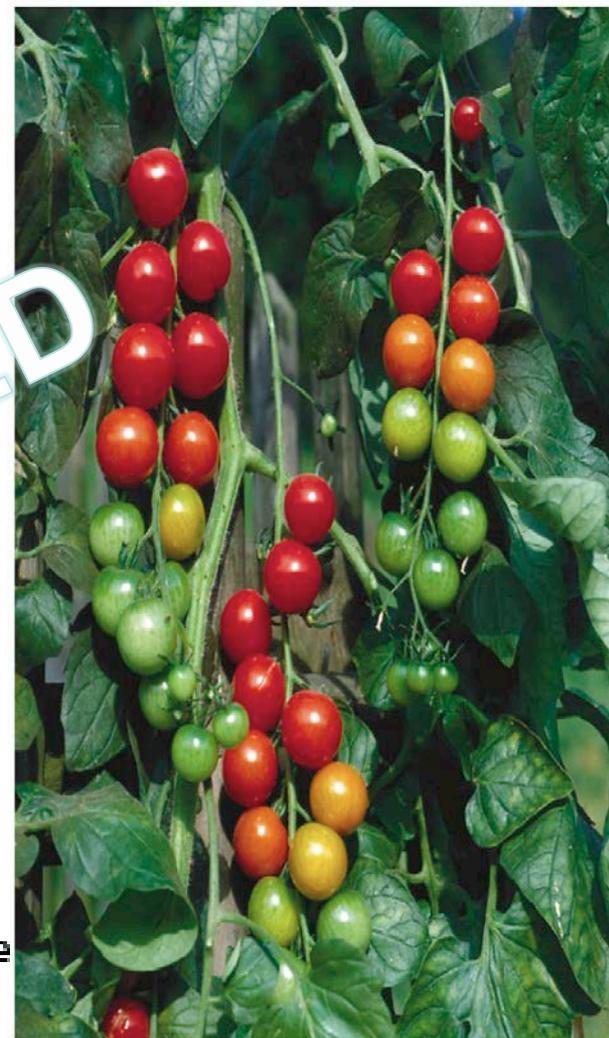
isoprene
funzione sessuale
delle alghe brune



muscalure
attrattore sessuale della mosca

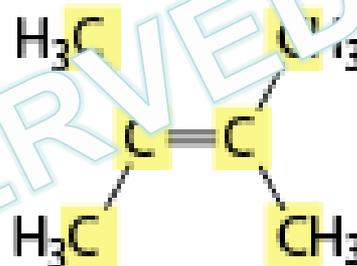


α -farnesene
si ritrova nello strato di cera
che riveste la buccia delle mele



L'etene è l'ormone che fa maturare i pomodori

- ✓ Almeno **un doppio legame C=C**
- ✓ Il legame doppio C=C è formato da un legame σ e da un legame π .
- ✓ Ibridazione sp^2 dei C del C=C.
- ✓ Geometria trigonale planare
- ✓ C_nH_{2n}
- ✓ **Desinenza ene**



i sei atomi di carbonio
si trovano sullo stesso piano

Nomenclatura

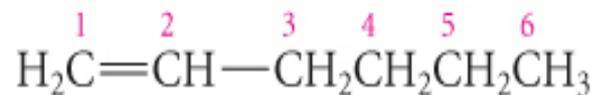
I nomi degli alcheni vengono assegnati usando il sistema IUPAC

- Invece del suffisso **-ano** si usa il suffisso **-ene**
- *Nella costruzione del nome bisogna indicare la posizione del doppio legame*

Numero di C	Radice	suffisso	nome
2	Et	ene	Etene/ <u>Etilene</u>
3	Prop	ene	Propene
4	But	ene	Butene
5	Pent	ene	Pentene
6	Es	ene	Esene
7	Ept	ene	Eptene
8	Ott	ene	Ottene
9	Non	ene	Nonene
10	Dec	ene	Decene

Nomenclatura

- Desinenza **ene**



esano + ene = esene

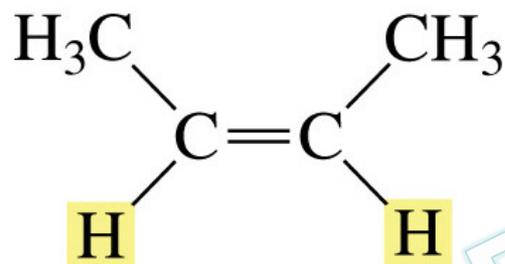
1-esene

↑
posizione del doppio legame

Nome.....	Numero di atomi di carbonio
Etene	2
Butene	4
Pentene	5
Esene	6
Eptene	7
ottene	8

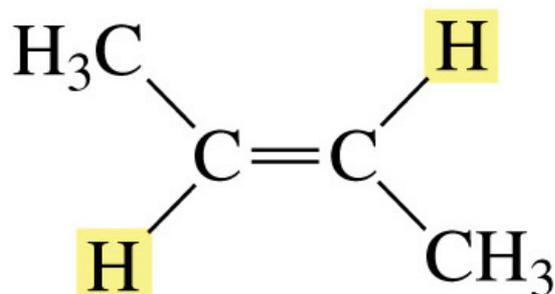
La **rotazione** intorno al doppio legame C-C è **impedita**, in quanto richiederebbe la rottura del legame π . E' possibile **ISOMERIA CONFIGURAZIONALE GEOMETRICA**

Il 2-butene può esistere in due forme distinte:



cis-2-butene

L'isomero che presenta gli idrogeni dalla stessa parte rispetto al doppio legame viene detto *isomero cis*



trans-2-butene

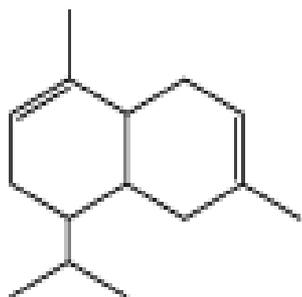
L'isomero in cui gli idrogeni sono da parti opposte viene detto *isomero trans*.

Condizione necessaria: **su ciascun C del doppio legame** devono essere legati due gruppi differenti

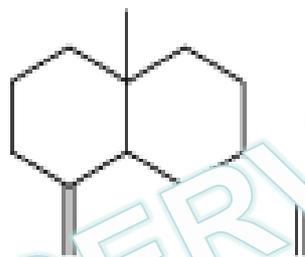
per questi composti non esistono isomeri cis e trans perchè due sostituenti su un carbonio sono uguali



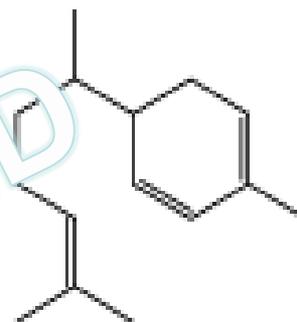
Dieni/Polieni



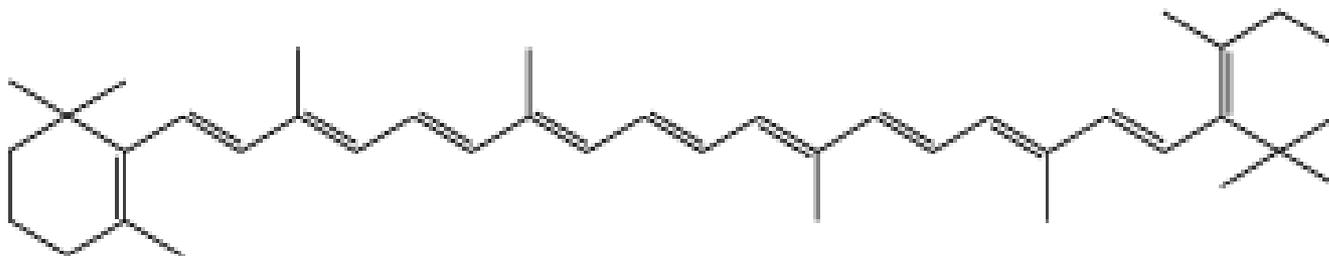
α -cadinene
olio di limone
un diene



β -selinene
olio di sedano
un diene



zingiberene
olio di zenzero
un triene

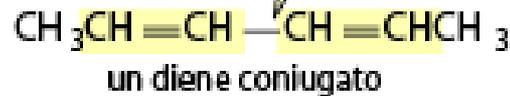


β -carotene
un poliene

Struttura e classificazione

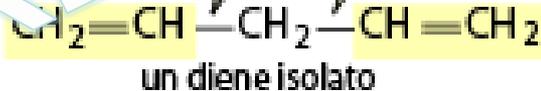
CONIUGATI: i due doppi legami sono su atomi adiacenti

i legami doppi
sono separati da
un legame singolo



ISOLATI: i due doppi legami sono separati da almeno un C ibridato sp^3

i legami doppi
sono separati da più
di un legame singolo



CUMULATI: un atomo di C è coinvolto contemporaneamente in due doppi legami

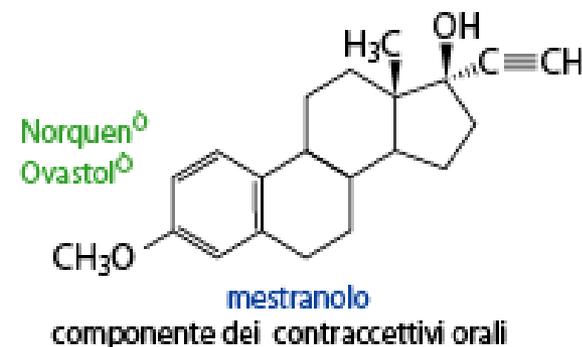
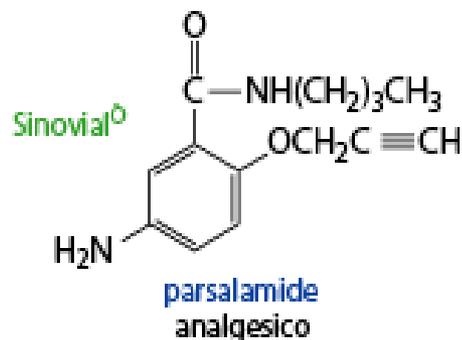
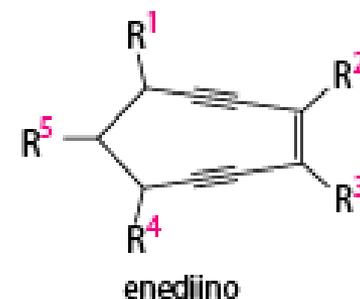
un carbonio coinvolto in due doppi legami



propadiene
(allene)

Gli alchini

- Triplo legame $C\equiv C$
- Formula molecolare C_nH_{2n-2}
- Ibridazione sp . Geometria lineare
- Desinenza **ino**
- Il triplo legame carbonio-carbonio consiste di un legame σ e due π



Nomenclatura

- Desinenza **ino**

Numero di C	Radice	suffisso	nome
2	Et	ino	Etino/ <u>Acetilene</u>
3	Prop	ino	Propino
4	But	ino	butino
5	Pent	ino	Pentino
6	Es	ino	Esino
7	Ept	ino	..
8	Ott	ino	..
9	Non	ino	..
10	Dec	ino	..

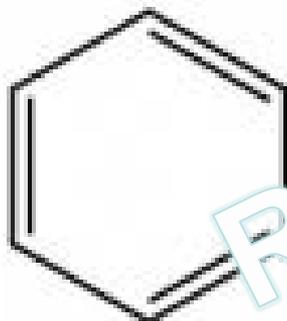
▪ Nella costruzione del nome bisogna indicare la posizione del triplo legame

Il Benzene e l'aromaticità

RESERVED

Il benzene

Il benzene è un idrocarburo la cui formula bruta, nota sin dal 1825, è C_6H_6 .



benzene



Aromaticità

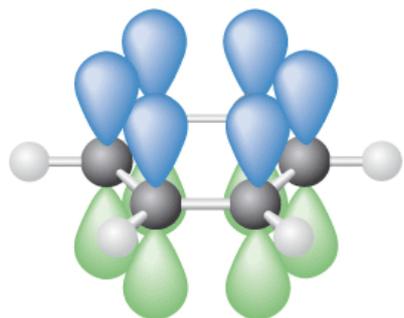
Il benzene è il capostipite di tutta una classe di composti che presentano nella propria struttura molecolare un anello a sei atomi di carbonio con un *sistema di elettroni p delocalizzati*.

Molti di questi composti sono caratterizzati da particolari fragranze e per questo motivo, quando sono stati isolati, a partire dal XIX secolo, è stato dato loro il nome di composti "**aromatici**".

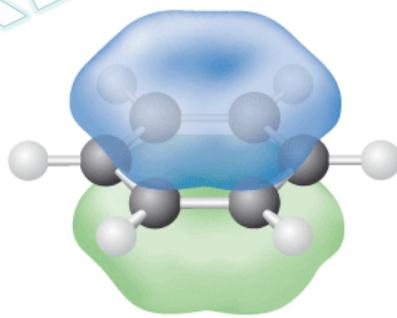
Attualmente, l'aggettivo "aromatico" non individua una specie caratterizzata da un odore gradevole, ma un composto che abbia reattività e caratteristiche strutturali analoghe a quelle del benzene.

Caratteristiche del benzene

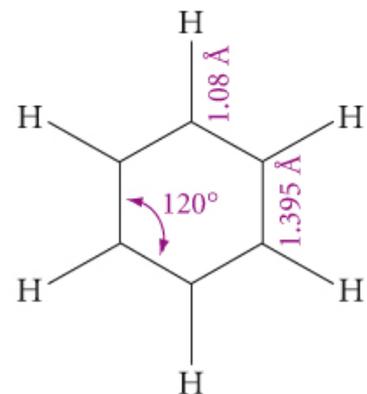
- Molecola ciclica e planare
- Tutti i carboni ibridati sp^2
- 3 doppi legami
- Tutti i legami C-C hanno la stessa lunghezza
- Dove si trovano i doppi legami?



(a)

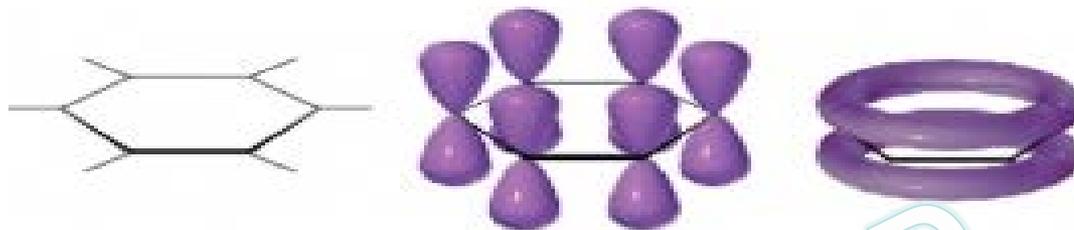


(b)



benzene

Delocalizzazione elettronica



I sei carboni del benzene sono ibridati sp^2 , hanno geometria planare con gli angoli di legame di 120° .

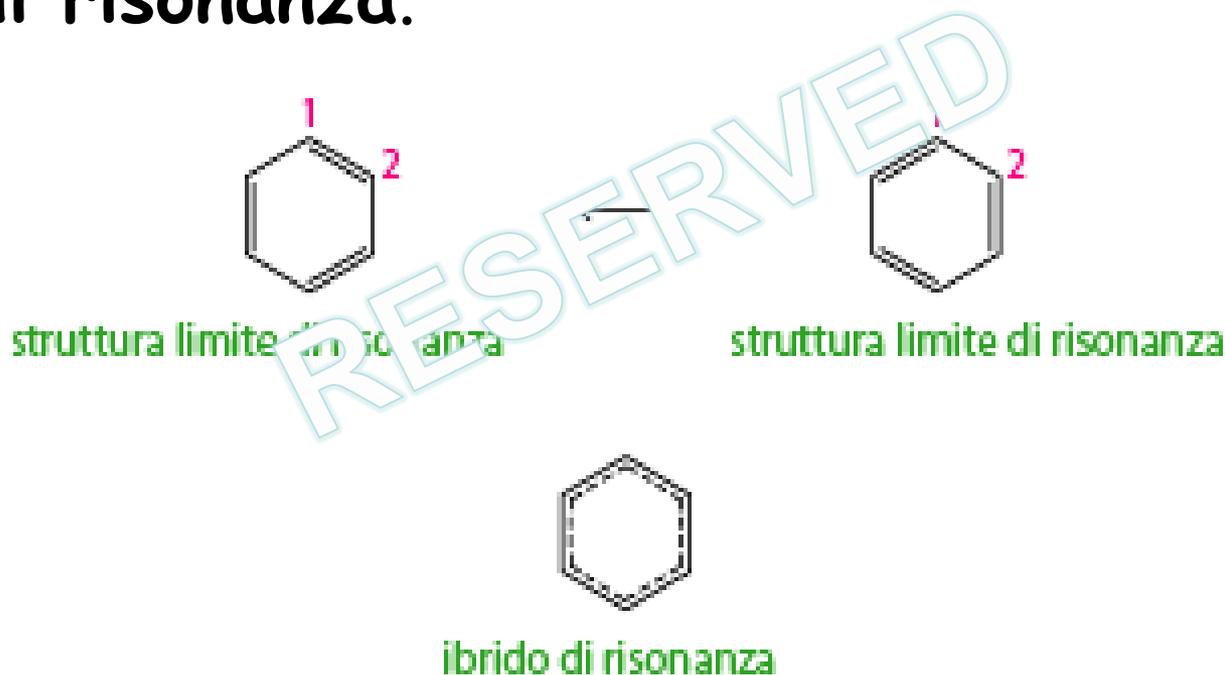
Ogni atomo di carbonio ha un orbitale p che si estende sotto e sopra il piano della molecola definito dai legami σ .

I 6 orbitali p adiacenti si sovrappongono, **delocalizzando i 6 elettroni sui sei atomi dell'anello e rendono il benzene una molecola coniugata.**

La delocalizzazione degli elettroni π viene normalmente rappresentata con due ciambelle sopra e sotto il piano dell'anello benzenico.

La risonanza nel benzene

La descrizione della risonanza nel benzene viene fatta con due **strutture limite di risonanza**. La struttura reale del benzene è rappresentata dall'**ibrido di risonanza**.



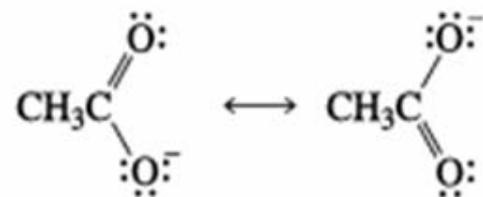
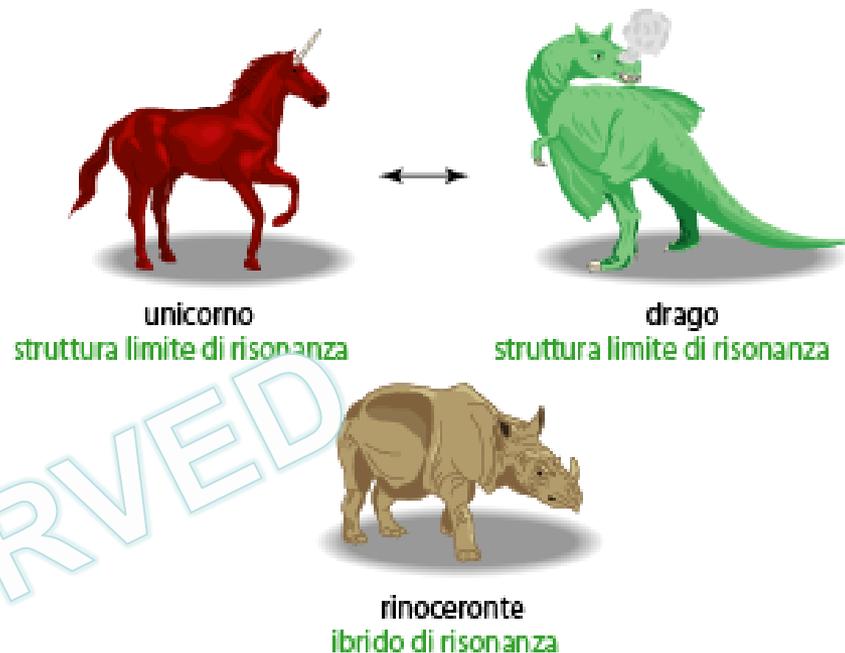
Le strutture limiti di risonanza indicano che gli elettroni possono essere delocalizzati su più atomi.

Ibrido di risonanza

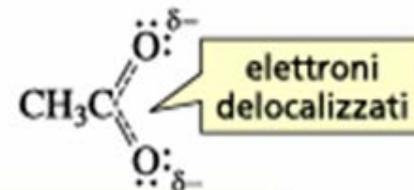
Quale è la differenza tra strutture limite di risonanza e ibrido di risonanza?

Immaginiamo che stiamo provando a spiegare ad un amico a che cosa assomiglia un rinoceronte. Potremmo dirgli che un rinoceronte assomiglia ad un incrocio tra un unicorno ed un drago. L'unicorno ed il drago, non sono animali reali, non esistono, pertanto sono simili alle strutture limite di risonanza. Il rinoceronte è reale, è come l'ibrido di risonanza.

Quindi come l'unicorno e il drago, le strutture limite di risonanza sono immaginarie. Soltanto l'ibrido di risonanza, come il rinoceronte, è reale.

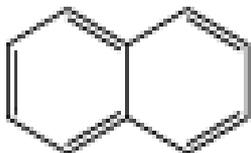


strutture limite di risonanza

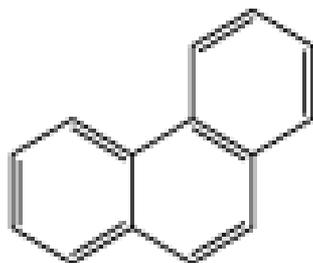


ibrido di risonanza

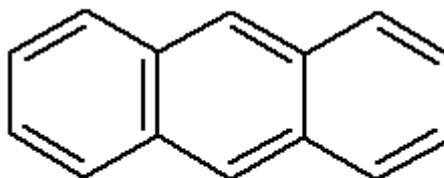
Questi composti sono aromatici



naftalene

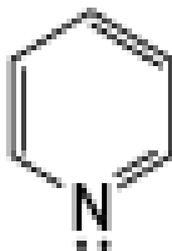


fenantrene



Antracene

Un composto eterociclico è un composto ciclico in cui uno o più atomi del ciclo sono atomi diversi dal carbonio



piridina



pirrolo



furano



tiofene



Composti funzionalizzati

C/H/O con legame semplice C-O

- Alcoli
- Eteri

C/H/O con legame doppio C=O

- Aldeidi, chetoni,
- Acidi carbossilici, esteri, anidridi

C/H/Alogeni con C sp³

- Alogenuri alchilici

C/H/N con legame semplice C-N

- Ammine

C/H/O/N con legame doppio C=O

- Ammidi

C/H/N con legame multiplo C-N

- Immine RCH=NH
- Nitrili RC≡N/RCN

C/H/O/Alo con legame doppio C=O

- Alogenuri acilici

Alogenuri alchilici

Sono composti in cui un alogeno è legato covalentemente ad un atomo di carbonio ibridato sp^3 .



A 3D periodic table showing electronegativity values for various elements. The values are color-coded: green for metals, yellow for transition metals, and purple for non-metals. Fluorine (F) is circled in red.

Element	Electronegativity
H	2.1
Li	1.0
Be	1.6
Na	0.9
Mg	1.2
K	0.8
Ca	1.0
Rb	0.8
Sr	1.0
Cs	0.7
Ba	0.9
Sc	1.3
Y	1.2
La	1.0
Ti	1.5
Zr	1.4
Hf	1.3
V	1.6
Nb	1.6
Ta	1.5
Cr	1.6
Mo	1.8
W	1.7
Mn	1.5
Tc	1.9
Re	1.9
Fe	1.8
Ru	2.2
Os	2.2
Co	1.9
Rh	2.2
Ir	2.2
Ni	1.9
Pd	2.2
Pt	2.2
Cu	1.9
Ag	1.9
Au	2.4
Zn	1.6
Cd	1.7
Hg	1.9
Al	1.5
Ga	1.6
In	1.7
Tl	1.8
B	2.0
In	1.7
Pb	1.9
Bi	1.9
C	2.5
Si	1.8
Ge	1.8
Sn	1.8
Pb	1.9
N	3.0
P	2.1
As	2.0
Sb	1.9
Bi	1.9
O	3.5
S	2.5
Se	2.4
Te	2.1
Po	2.0
F	4.0
Cl	3.0
Br	2.8
I	2.5
At	2.1

Gli alogenuri alchilici sono suddivisi in primari, secondari e terziari a seconda della sostituzione al carbonio cui è legato l'alogeno.



L'alogeno è più elettronegativo del carbonio. Il legame C-X è polarizzato con maggiore densità elettronica sull'atomo di alogeno.



Solventi clorurati

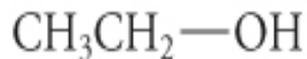
- CH_3Cl Clorometano o cloruro di metile
 - CH_2Cl_2 Diclorometano o cloruro di metilene
 - CHCl_3 Triclorometano o cloroformio
 - CCl_4 tetracloruro di carbonio
- Sono classificati come sospetti cancerogeni: vanno usati con la massima precauzione. Piccole quantità sono comunemente usate nei laboratori sia chimici che biologici.

Alcoli

Sono caratterizzati dalla presenza del gruppo **ossidrilico**: **R—OH**

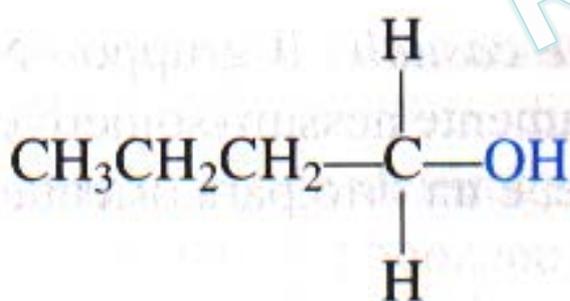
Alcoli alifatici: ibridazione sp^3 del C legato all'OH
Legame polarizzato

Il nome sistematico si ottiene sostituendo la **-o** terminale dell'idrocarburo con il suffisso **-olo**. La posizione dell'OH è specificata da un numero

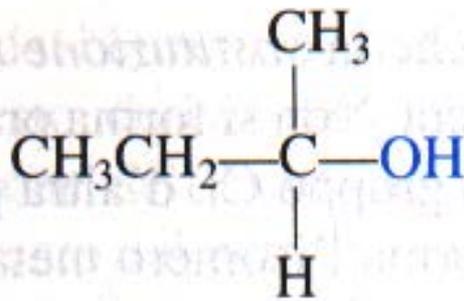


etanolo + olo = etanolo

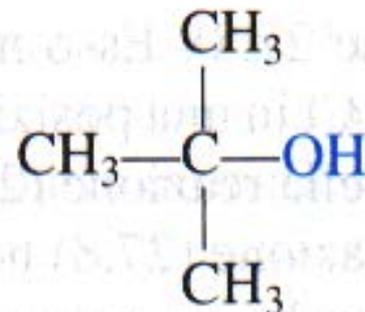
Gli alcoli sono classificati a seconda del numero di gruppi R legati al C che porta il gruppo -OH:



1-butanolo
(alcol butilico)
(un alcol *primario*)



2-butanolo
(alcol *s*-butilico)
(un alcol *secondario*)



2-metil-2-propanolo
(alcol *t*-butilico)
(un alcol *terziario*)

Inoltre alcuni degli alcoli inferiori conservano i vecchi nomi empirici.

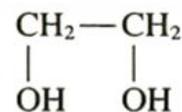
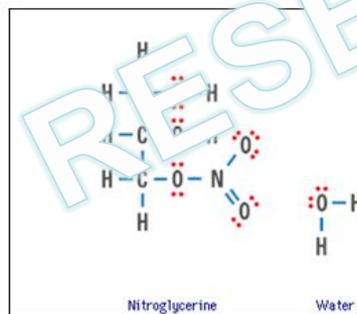
TABELLA: Nomenclatura degli alcoli

<i>Formula</i>	<i>Nome sistematico</i>	<i>Nome empirico</i>
CH ₃ OH	Metanolo	Alcol metilico
CH ₃ CH ₂ OH	Etanolo	Alcol etilico

GLICOLI

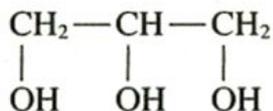
GLI ALCOLI CON PIÙ DI UN OSSIDRILE SI CHIAMANO GLICOLI

Preparazione di
nitroglicerina:

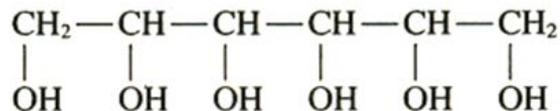


glicole etilenico
(1,2-etandiolo)
p.e. 198 °C

(Antigelo)



glicerolo (glicerina)
(1,2,3-propantriolo)
p.e. 290 °C (decompono)



sorbitolo **Dolcificante**
(1,2,3,4,5,6-esanesanolo)
p.f. 110-112 °C

Sono detti alcoli monovalenti quelli la cui molecola ha un solo gruppo -OH

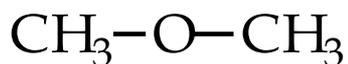
Se presentano due o tre gruppi ossidrilici, gli alcoli prendono il nome di **dioli** (es. glicol etilenico) e **trioli** (es. glicerolo o glicerina); molte sostanze in particolare gli zuccheri hanno parecchi gruppi -OH.

RESERVED

Eteri



Gli eteri vengono denominati tradizionalmente premettendo i nomi dei gruppi alchilici attaccati all'atomo di ossigeno e aggiungendo la parola *etere*.



Dimetiletere (etere metilico)



Etilmetiletere (**metossietano**)



Il composto più utilizzato è *l'etere etilico* che è anche usato come anestetico

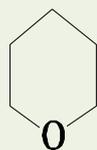
Tabella 12.2 Alcuni Eteri Utilizzati Come Solventi



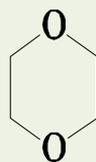
dietil etere
"etere"



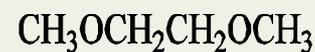
tetraidrofurano
THF



tetraidropirano



1,4-diossano



1,2-dimetossietano
DME



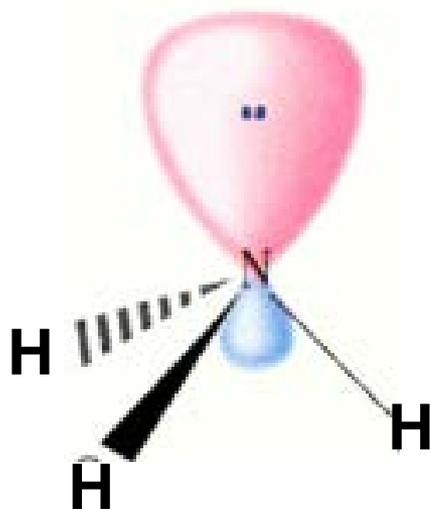
terz-butil metil etere

Gli eteri sono composti poco reattivi e per questo vengono spesso utilizzati come solventi nelle reazioni organiche.

RESERVED

AMMINE

Possono essere considerate dei derivati dell'AMMONIACA (NH_3)

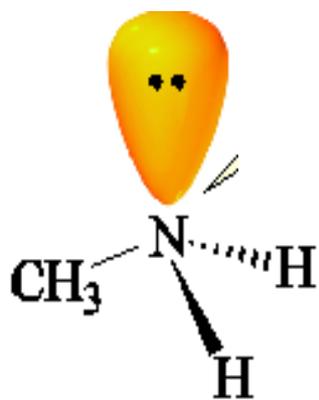


Ibridazione sp^3

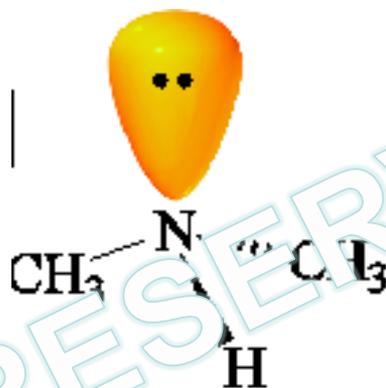
RESERVED

Sono presenti in alcuni dei più importanti composti del mondo biologico: amminoacidi, proteine, acidi nucleici (DNA e RNA)

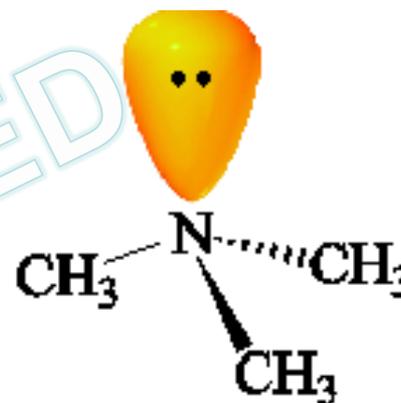
Le ammine sono composti in cui uno o più idrogeni dell'ammoniaca sono sostituiti da gruppi alchilici.



Metilammina
 CH_3NH_2



Dimetilammina
 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$



Trimetilammina
 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

Ricordare: sono basi deboli

Le ammine sono divise in ammine alifatiche, aromatiche, e eterocicliche :

Ammine alifatiche: ammine in cui tutti i carboni direttamente legati all'azoto derivano da gruppi alchilici

Ammine aromatiche : ammine nelle quali l'azoto è legato a uno o più residui aromatici (**Anilina**)

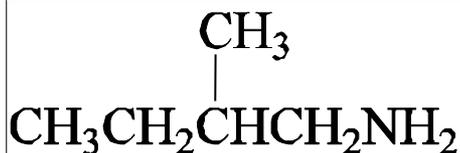
Ammine eterocicliche: ammine nelle quali l'atomo di azoto fa parte di un anello. Quando l'azoto fa parte di un anello aromatico, l'ammina viene classificata come eterociclica aromatica (**Piridina**).

La nomenclatura delle ammine

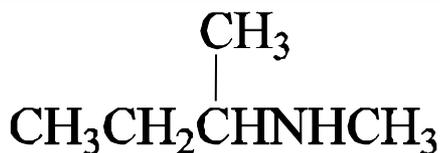
Esistono **ammine primarie**, **ammine secondarie** e **ammine terziarie**. Questa classificazione si **basa sul numero di gruppi alchilici legati all'azoto**.

Le ammine primarie hanno un solo gruppo alchilico legato all'azoto, le ammine secondarie hanno due gruppi alchilici legati all'azoto le ammine terziarie ne hanno tre gruppi alchilici legato all'azoto tre.

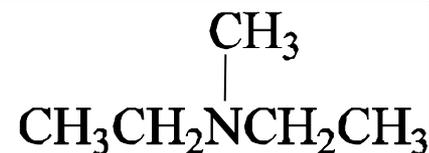
In questo caso quindi è il **numero di gruppi alchilici legati all'azoto** che determina se un'ammina è primaria, secondaria e terziaria. Per gli alogenuri alchilici e gli alcoli, invece è il numero di gruppi alchilici **legati al carbonio** a cui è legato l'alogeno o l'OH che determina la classificazione



Ammina primaria

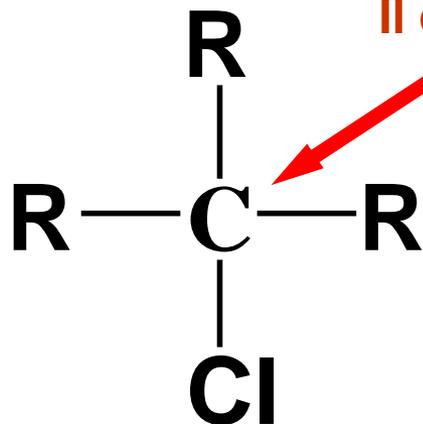


Ammina secondaria

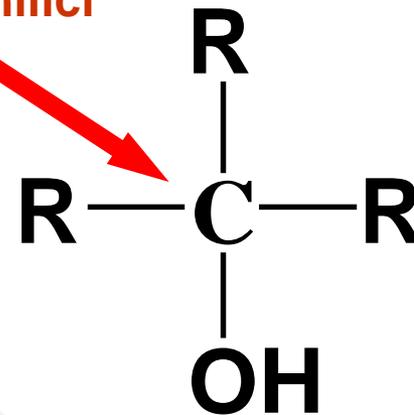


Ammina terziaria

Il carbonio è legato a tre gruppi alchilici

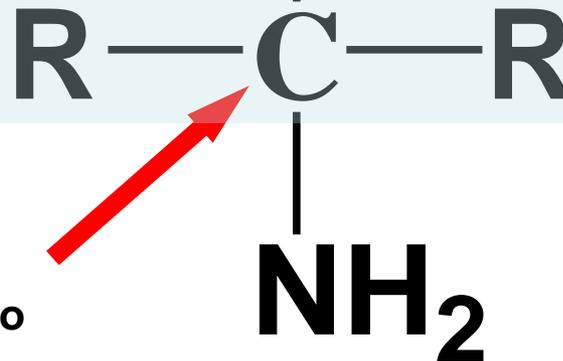


Alogenuro alchilico terziario



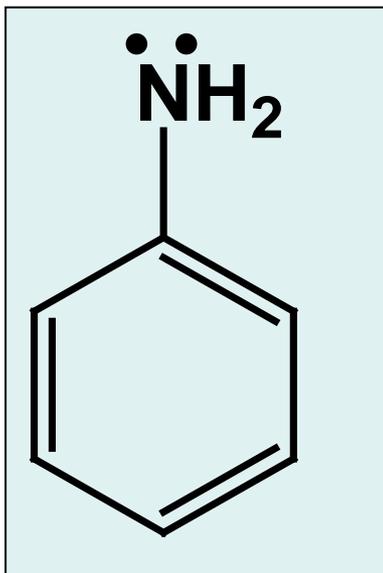
Alcol terziario

RESERVED



L'azoto è legato
ad un gruppo alchilico

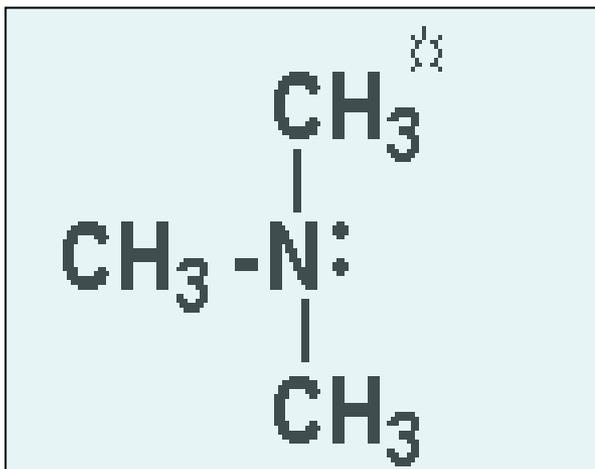
Ammina primaria



Ammina primaria (aromatica)
ANILINA



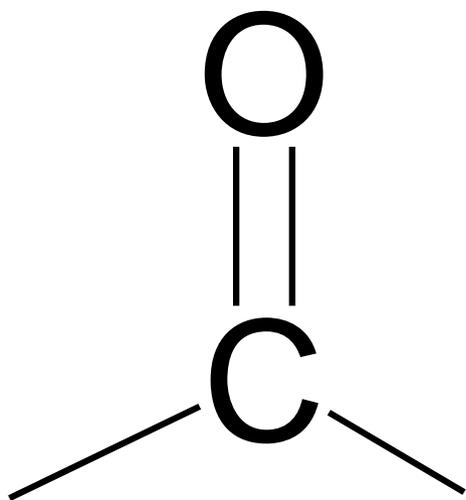
Ammina secondaria



Ammina terziaria

Composti carbonilici

Composti caratterizzati dalla presenza del
gruppo carbonilico
(un carbonio legato tramite un doppio
legame ad un ossigeno)

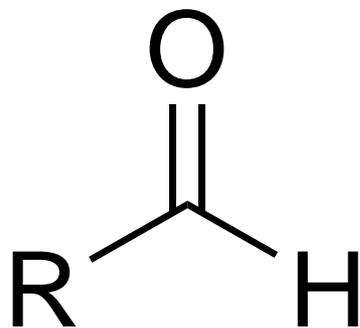


Aldeidi

Chetoni

Acidi carbossilici e derivati

ALDEIDI

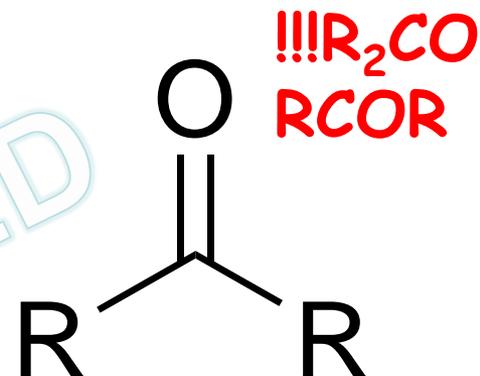


R= alchile o arile

!!!RCHO

RESERVED

CHETONI



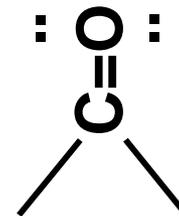
R= alchile o arile

!!!R₂CO
RCOR

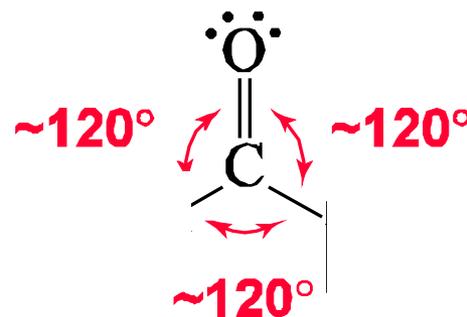
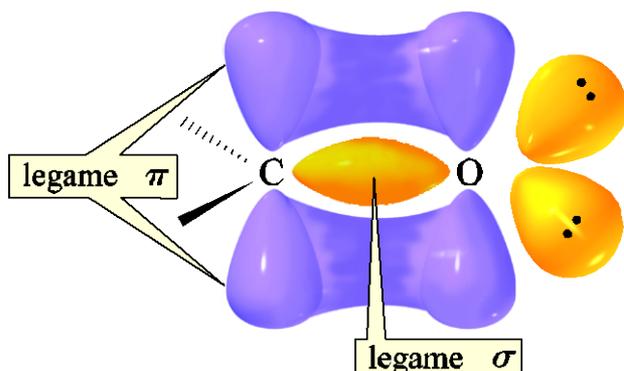
Nelle aldeidi il gruppo carbonilico è legato ad **almeno un atomo di idrogeno**

Nei chetoni il gruppo carbonilico è legato a due atomi di carbonio. **Per avere un chetone...almeno 3C nella molecola!!!**

La funzione carbonilica

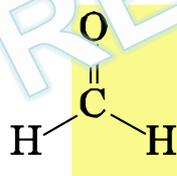
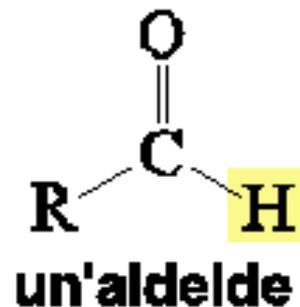


- carbonio e ossigeno ibridati sp^2
- geometria trigonale-planare con angoli di $\sim 120^\circ$
- legame polare (differente elettronegatività tra C e O)
- formato da un legame σ ed un legame π
- elettroni non condivisi sull'atomo di ossigeno



Nomenclatura IUPAC delle Aldeidi

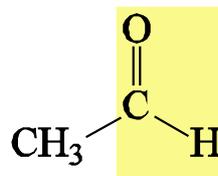
Il **nome IUPAC** di un'aldeide si ottiene sostituendo, al nome dell'idrocarburo corrispondente, **il suffisso "o" con "ale"**. Per esempio, l'aldeide con un solo carbonio è il **metanale**; l'aldeide con due atomi di carbonio è l'**etanale**. La posizione del carbonio carbonilico non deve essere indicata perché esso si trova sempre alla fine della catena dell'idrocarburo di partenza e perciò ha sempre la posizione 1.



nome sistematico:
nome comune:

metanale
formaldeide

HCHO
H₂CO



etanale
acetaldeide

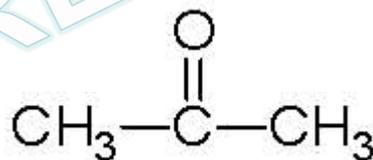
CH₃CHO/MeCHO

Ricordare i **nomi comuni**

Nomenclatura IUPAC dei Chetoni

Solo pochi chetoni hanno nomi comuni. **Il chetone più piccolo, il propanone (almeno 3C), viene generalmente indicato con il suo nome comune, acetone.**

L'acetone è un comune solvente in laboratorio.

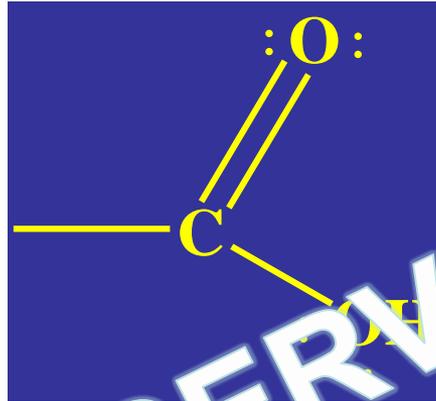


acetone
(propanone)



ACIDI CARBOSSILICI

Gli acidi carbossilici sono caratterizzati dal gruppo carbossilico



La loro formula generale può essere scritta anche in forma abbreviata come RCOOH oppure RCO₂H.

Il carbossile può essere legato ad

un radicale alifatico -R (acidi carbossilici alifatici)

un fenile -Ar (acidi carbossilici aromatici)

SONO ACIDI DEBOLI

Nomenclatura degli ACIDI CARBOSSILICI

Per assegnare il nome IUPAC ad un acido carbossilico, si sostituisce la desinenza "o" del nome dell'alcano corrispondente con **-oico** e si premette la parola **acido**. La catena viene numerata a partire dall'atomo di carbonio carbossilico.

acido-oico

suffisso IUPAC



acido metanoico
(acido formico)



acido etanoico
(acido acetico)



acido propanoico
(acido propionico)

Ricordare i nomi comuni

Sono acidi deboli e formano sali con le basi.

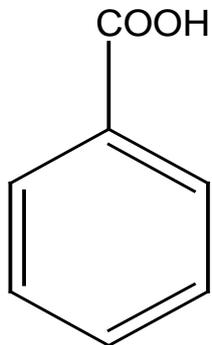
ico → ato (come i sali inorganici)

CH_3COOH acido acetico → CH_3COONa acetato di sodio

Nomi comuni e sistematici di alcuni acidi carbossilici

N. carb.	Formula	Fonte	Nome comune	Nome IUPAC
1	HCOOH	Formiche	Acido formico	Acido metanoico
2	CH ₃ COOH	Aceto	Acido acetico	Acido etanoico
3	CH ₃ CH ₂ COOH	Latte	Acido propionico	Acido propanoico
4	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	Burro	Acido butirrico	Acido butanoico
5	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	Valeriana	Acido valerianico	Acido pentanoico
6	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	Capre	Acido capronico	Acido esanoico
7	CH ₃ (CH ₂) ₅ COOH	Vite	Acido enantico	Acido eptanoico
16	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Palma	Acido palmitico	Acido esadecanoico
18	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Grasso	Acido stearico	Acido ottadecanoico

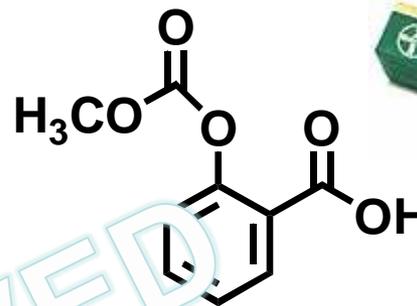
Se si usa il nome comune, per indicare le posizioni dei sostituenti negli acidi sostituiti si usano lettere greche, a partire dall'atomo di carbonio adiacente al carbossile che viene detto **carbonio α**



Acido benzoico
 C_6H_5COOH



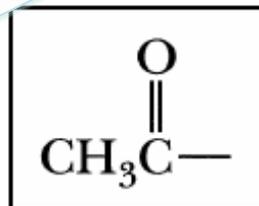
Ácido salicílico



Acido
Acetilsalicílico



Gruppo acetile



Acidi carbossilici a lunga catena (C₁₂-C₃₀) = ACIDI GRASSI

Acidi grassi saturi

Atomi di carbonio/doppi legami	Formula	Nome comune
12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	Acido laurico
14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	Acido miristico
16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Acido palmitico
18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Acido stearico
20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	Acido arachidico

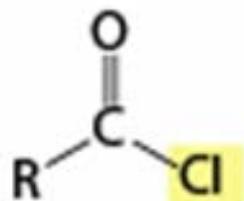
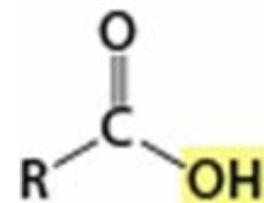
Acidi grassi insaturi

Atomi di carbonio/doppi legami	Formula	Nome comune
16:1	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	Acido palmitoleico
18:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	Acido oleico
18:2	CH ₃ (CH ₂) ₄ (CH=CHCH ₂) ₂ (CH ₂) ₆ COOH	Acido linoleico
18:3	CH ₃ CH ₂ (CH=CHCH ₂) ₃ (CH ₂) ₆ COOH	Acido linolenico
20:4	CH ₃ (CH ₂) ₄ (CH=CHCH ₂) ₄ (CH ₂) ₂ COOH	Acido arachidonico

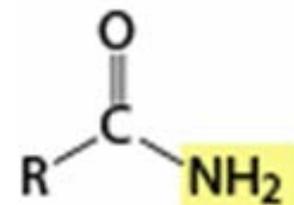
Derivati degli Acidi carbossilici

I derivati degli acidi carbossilici sono composti prodotti dagli acidi carbossilici per sostituzione dell'ossidrile.

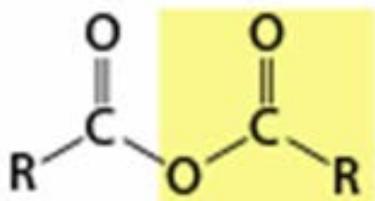
Tutti questi derivati hanno la caratteristica di dare, per idrolisi, i corrispondenti acidi carbossilici.



Alogenuri Acilici
RCOCl



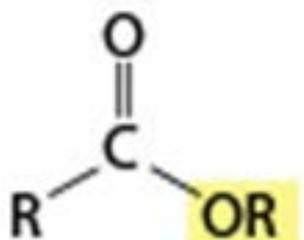
Ammidi
RCONH₂



Anidridi

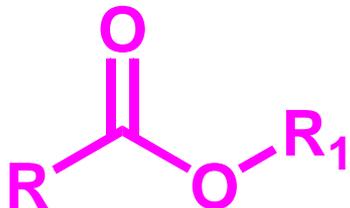


Nitrili
RCN



Esteri
RCOOR

•Esteri



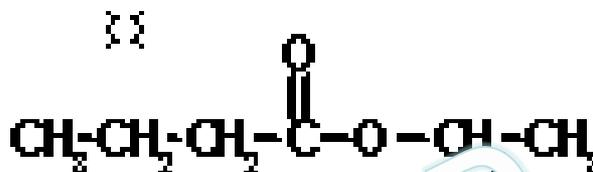
Esteri

-COOR

-oato di R

Butirrato di etile

Ananas

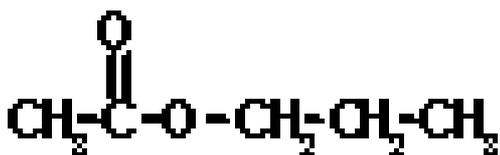


Acetato di ottile

arancia



Attenzione: stessa nomenclatura dei sali



Acetato di propile

pera

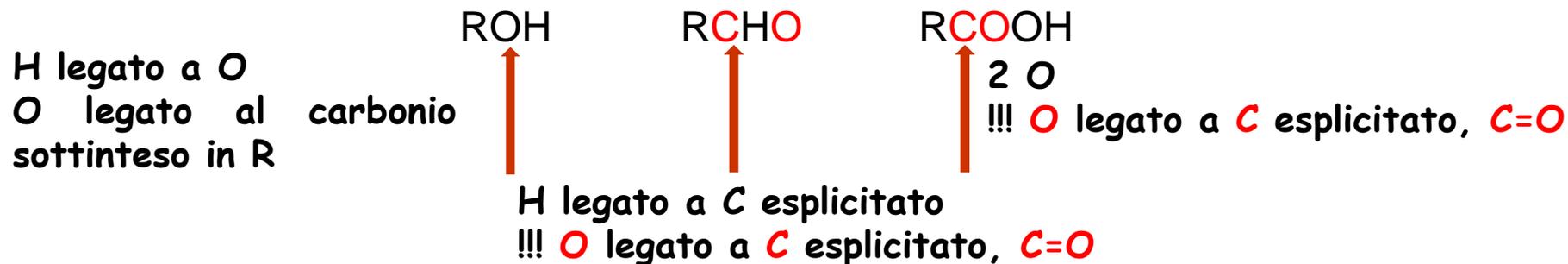


Butirrato di metile

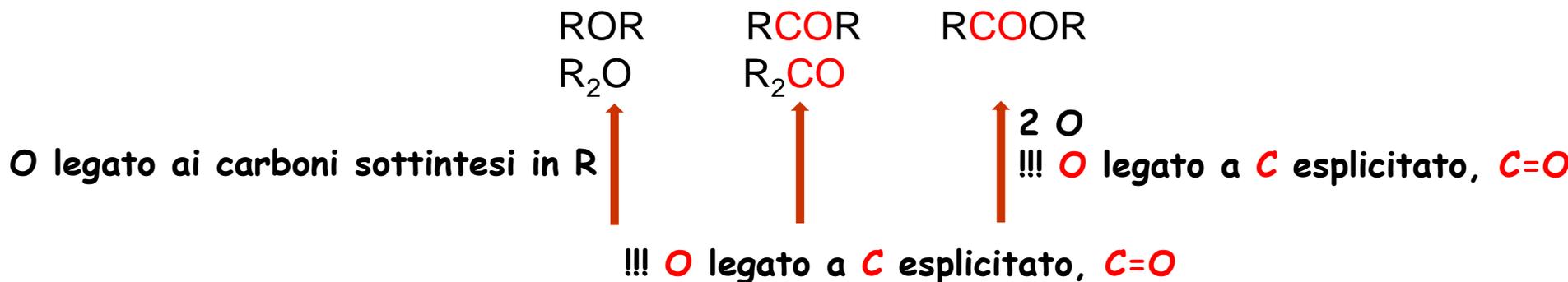
mela

Saper riconoscere i gruppi funzionali

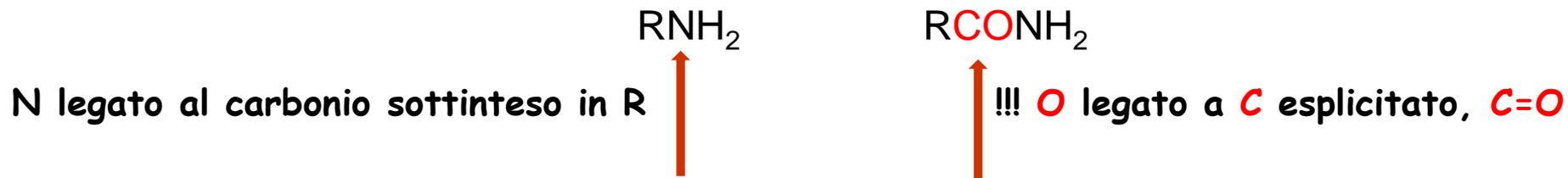
➤ Non confondere alcoli/aldeidi



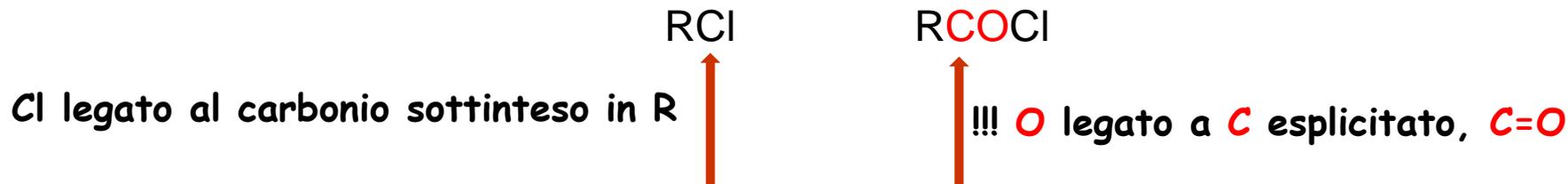
➤ Non confondere eteri/chetoni/esteri



➤ Non confondere ammine con ammidi



➤ Non confondere alogenuri alchilici/acilici



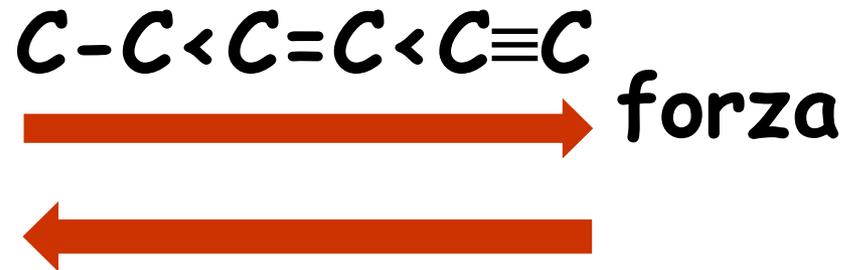
Quindi

Ogni qualvolta è evidenziato $\text{CO} \rightarrow \text{C}=\text{O}$

Se avete dubbi, scrivete la struttura di Lewis.....Per gli atomi esplicitati 4 legami a C, 2 per O, 3 per N, 1 per H e Alogeni. Un legame per ciascun R

Forza dei legami/lunghezza di legame

- >ordine di legame>forza<distanza interatomica
- In termini energetici un legame π vale meno di un legame σ
- la forza di un legame doppio NON è il doppio di quella di un legame singolo!!



Lunghezza legame

Che gruppi funzionali sono presenti nella molecola $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CHO}$?

- 1 alchene
- 2 alcol
- 3 aldeide
- 4 chetone
- A. 3 e 4
- B. 1, 2 e 3
- C. 2, 3 e 4
- D. 1 e 4
- E. 1, 3 e 4

Quanti isomeri lineari ci sono per la formula molecolare $\text{C}_4\text{H}_8\text{F}_2$?

- A. 6
- B. 4
- C. 9
- D. 12
- E. 8

Quale delle seguenti molecole ha angoli di legame di 180° nel suo stato gassoso?

(H = 1; Be = 4; C = 6; Cl = 17)

- 1 BeCl_2
- 2 C_2H_2
- 3 CCl_4
- A. 2 e 3
- B. 1
- C. 2
- D. 1 e 3
- E. 1 e 2

Il cicloesanonone è:

- A) un chetone
- B) una aldeide
- C) un idrocarburo aromatico
- D) un alcol
- E) un alchene

Quale tra le seguenti formule di composti organici rappresenta un generico estere?

- A) RCOR''
- B) RCOOR
- C) RCOOH
- D) ROR'
- E) ROH

9. Quanti isomeri strutturali della molecola C_4H_9Br esistono?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6

Si definiscono isomeri, composti ...

- A) che hanno la stessa formula molecolare e diversa disposizione nello spazio
- B) con diversa formula molecolare ma stessa disposizione nello spazio
- C) che appartengono alla stessa serie omologa
- D) che hanno gli stessi punti di fusione
- E) che non appartengono alla stessa serie omologa

80. Gli isomeri sono due o più composti aventi:

- a) proprietà molto simili tra di loro
- b) la stessa struttura
- c) la stessa formula molecolare ma diversa struttura
- d) la stessa temperatura di ebollizione
- e) la stessa temperatura di congelamento

Le ammine hanno carattere:

- A) debolmente acido
- B) fortemente basico
- C) fortemente acido
- D) sempre neutro
- E) debolmente basico

Quale è la formula bruta del dimetilchetone?

- A) C_3H_2O
- B) C_3H_6O
- C) C_3H_3O
- D) C_3H_4O
- E) $C_3H_3O_2$

La seguente struttura organica $CH_3COOCH_2CH_3$ corrisponde a:

- A) un estere
- B) un etere
- C) un acido carbossilico
- D) un chetone
- E) un fenolo

Qual è lo stato di ibridazione degli orbitali del carbonio nel cicloesano (C_6H_{12})?

- A) sp^2
- B) sp^3
- C) sp
- D) sp^3d
- E) sp^3d^2

Qual è la formula dell'acetato di calcio?

- A) $Ca_2(C_2H_3O_2)_4$
- B) $Ca_2C_2H_3O_2$
- C) $Ca(C_2H_3O_2)_2$
- D) $CaC_2H_3O_2$
- E) $Ca(C_2H_3O_2)_3$

Acetato?? \equiv estere o sale??
 $CH_3COO^- \equiv C_2H_3O_2^-$

74. Quale, tra i seguenti composti, ha tutti gli atomi di carbonio tetraedrici?

- a) Propano
- b) Propanone
- c) Propene
- d) Propino
- e) Propaldeide

I composti $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ e $CH_3-CO-CH_3$ sono, nell'ordine:

- A) un estere e un chetone
- B) un chetone e un estere
- C) un etere e un chetone
- D) un chetone e un etere
- E) una anidride e un etere

80. Il Carbonio ha un numero di ossidazione negativo nel composto:

- a) CO
- b) CCl_4
- c) C_2H_6
- d) $C_6H_{12}O_6$
- e) $CHCl_3$

77. Gli alcheni possono presentare:

- a) isomeria cis/trans
- b) tripli legami
- c) isomeria ottica
- d) un triplo legame
- e) attività ottica

Quale tra i seguenti composti è un'amide?

- A) CH_3CONH_2
- B) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
- C) CH_3NO_2
- D) CH_3NHCH_3
- E) CH_3NH_2

Quale tra le seguenti serie di composti è formata solo da composti aromatici?

- A) Benzene, toluene, naftalene, fenantrene
- B) Acetilene, benzene, toluene, naftalene
- C) Toluene, benzene, butano, pentano
- D) Toluene, naftalene, fenantrene, etilene
- E) Butano, toluene, etilene, naftalene

L'1-butanolo e il 2-butanolo sono tra loro:

- A) isomeri di struttura
- B) isomeri conformazionali
- C) diastereoisomeri
- D) enantiomeri
- E) isomeri configurazionali

Gli alcheni sono composti contenenti almeno un:

- A) doppio legame tra atomi di carbonio
- B) triplo legame tra atomi di carbonio
- C) doppio legame carbonio-azoto
- D) legame singolo tra atomi di carbonio
- E) triplo legame carbonio-azoto

Indica a quale classe di composti, tra quelle elencate, appartiene la molecola

$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$:

- A) estere
- B) alcol
- C) etere
- D) chetone
- E) alcano

Individuare l'affermazione FALSA riguardo al doppio legame tra atomi di carbonio.

- A) Non è mai presente nei chetoni
- B) È più forte del legame semplice tra atomi di carbonio
- C) Gli atomi di carbonio che lo formano sono generalmente ibridati sp^2
- D) È più debole del legame triplo tra atomi di carbonio
- E) È presente negli alcheni

Le ammine primarie e secondarie:

- A) sono basiche perché l'azoto ha un doppietto elettronico disponibile
- B) sono acide perché hanno atomi di idrogeno legati all'azoto
- C) non sono né acide né basiche perché il doppietto elettronico non condiviso stabilizza il gruppo amminico
- D) possono dare anidridi
- E) sono acide perché l'azoto ha un doppietto elettronico disponibile

La formula generale R-O-R' è caratteristica:

- A) degli esteri
- B) delle aldeidi
- C) dei chetoni
- D) degli eteri
- E) degli alcoli

Quale delle seguenti NON può essere la formula di una aldeide?

- A $C_5H_{10}O$
- B $C_6H_{12}O$
- C $C_6H_{12}O_2$
- D $C_5H_{12}O$
- E $C_5H_{10}O_2$

Per essere aldeide:

- **Almeno 1 O**
 - **Almeno un legame π .**
- Quindi NON può essere C_nH_{2n+2}**

Quale/i dei seguenti acidi è/sono monoprotico/i in soluzione acquosa?

1. CH_3COOH 2. HNO_3 3. H_3PO_4

- A) Solo 1 e 2
- B) Solo 1
- C) Solo 2
- D) Solo 3
- E) Solo 2 e 3

Quale dei seguenti gruppi funzionali è presente nella molecola $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$?

- A) Ammidico
- B) Ossidrile
- C) Estereo
- D) Chetonico
- E) Amminico

Quale delle formule seguenti corrisponde ad una generica amide?

- A) R-CO-NH_2
- B) $\text{R-CH}_2\text{-NH}_2$
- C) $\text{R-CH}_2\text{-N=N-CH}_3$
- D) R-O-NH_2
- E) $\text{R}_2\text{C=NH}$

10. Quale/i delle seguenti affermazioni è/sono corretta/e relativamente ai legami carbonio-carbonio?

- 1. L'energia di legame cresce nell'ordine C-C , C=C , $\text{C}\equiv\text{C}$
- 2. La lunghezza del legame C-C è doppia rispetto a quella del legame C=C
- 3. Nel legame C=C gli atomi di carbonio condividono quattro elettroni

- A) Solo 1 e 3
- B) Solo 3
- C) Solo 1 e 2
- D) Solo 2 e 3
- E) Solo 1

Quali sono l'angolo di legame e la struttura tridimensionale dello ione ammonio?

[Secondo la teoria VSEPR]

- A) struttura = tetraedrica angolo di legame = $109,5^\circ$
- B) struttura = planare quadrata angolo di legame = 90°
- C) struttura = piramidale a base quadrata angolo di legame = 107°
- D) struttura = piramidale a base quadrata angolo di legame = $109,5^\circ$
- E) struttura = tetraedrica angolo di legame = 90°

Indicare quanti alcoli isomeri esistono per la formula bruta $C_5H_{12}O$

- A. 8
- B. 9
- C. 7
- D. 11
- E. 6

Un composto aromatico può essere formato da due anelli benzenici uniti tra loro. Quale potrebbe essere, tra quelle elencate, la loro formula? ...

1. $C_{10}H_8$ 2. $C_{10}H_{10}$ 3. $C_{10}H_{12}$ 4. $C_{12}H_{10}$ 5. $C_{12}H_{12}$

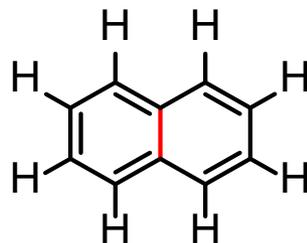
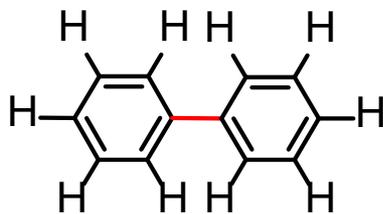
A 2 e 4

B 1 e 4

C 3 e 4

D 2 e 5

E 3 e 5



Benzene C_6H_6

- **NON** può essere $C_{12}H_{12}$ (nell'unione si perdono idrogeni per formare nuovi legami).
- I due anelli possono essere uniti tramite legame semplice ($C_{12}, H_{10}, -2H$) oppure fusi con un legame in comune ($C_{10}, H_8, -4H$)!!!!

La costante di Avogadro è $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Quanti atomi di idrogeno sono contenuti in 0.420 g di cicloesano? [Ma: H = 1; C = 12]

- A 3.0×10^{21}
- B 3.6×10^{22}
- C 1.8×10^{23}
- D 3.0×10^{22}
- E 1.8×10^{22}

Quale delle seguenti classi di composti non ha struttura polimerica?

- A) Polieni
- B) Proteine
- C) Polisaccaridi
- D) Poliesteri
- E) Acidi ribonucleici

52 Quale affermazione è corretta riguardo agli isomeri in chimica organica?

1. Hanno la stessa formula molecolare 2. Hanno proprietà fisiche molto simili. 3. Differiscono nella formula di struttura

- A tutte
- B 1
- C 1 e 2
- D 2 e 3
- E 1, e 3

C_5H_{10} è la formula bruta del:

- A) pentene
- B) pentano
- C) pentadiene
- D) isopentano
- E) ciclopentene

Qual è la formula bruta dell'etanale?

- A) C_2H_4O
- B) C_2H_3O
- C) $C_3H_2O_2$
- D) C_3HO_2
- E) C_3H_2O

NOMENCLATURA

GRUPPI FUNZIONALI CHE CONFERISCONO **DESINENZA**

Gruppo	Formula	Desinenza
Acido carbossilici	-COOH	Acido...-oico
Esteri	-COOR	R -oato
Aldeidi	-CHO	-ale
Chetoni	>(C)=O	-one
Alcoli	-OH	-olo
Ammine	-NH ₂	-ammina
alcheni	C=C	ene
alchini	C≡C	ino

GRUPPI citati come **SOSTITUENTI**

Gruppo	Nome come sostituente
-Br	Bromo
-Cl	Cloro
-F	Fluoro
-I	Iodio
-NO ₂	Nitro
-OR	alcossi (metossi, etossi, etc)

....
NOTA BENE: quando nell'idrocarburo ritroviamo un gruppo presente nella tabella, seguiamo le regole viste per alcani/alcheni/alchini.

Se abbiamo uno dei seguenti gruppi funzionali???

Gruppo	Formula	Desinenza
Acido carbossilici	-COOH	Acido...-oico
Esteri	-COOR	R -oato
Aldeidi	-CHO	-ale
Chetoni	>(C)=O	-one
Alcoli	-OH	-olo
Ammine	-NH ₂	-ammina
alcheni	C=C	ene
alchini	C≡C	ino

1. La catena genitore **sarà la catena più lunga che contiene il gruppo funzionale**
2. La numerazione si esegue assegnando **al gruppo funzionale il numero più basso possibile**
4. Se in entrambe le direzioni il numero assegnato al gruppo funzionale che da il suffisso è lo stesso allora si numera assegnando al sostituyente il numero più basso
5. I sostituenti vanno riportati in ordine alfabetico

posizione sostituyente - nome sostituyente - posizione gruppo funzionale - catena principale suffisso

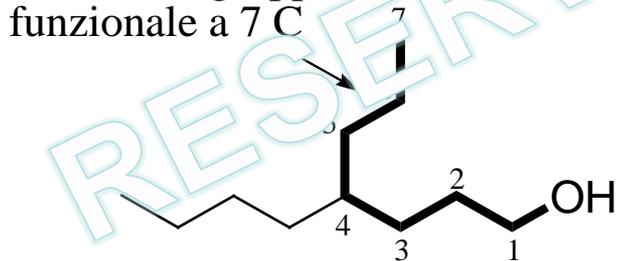
In questo esempio la catena principale è quella orizzontale.

Catena principale: 8 → carboni → nome dell'alcane corrispondente

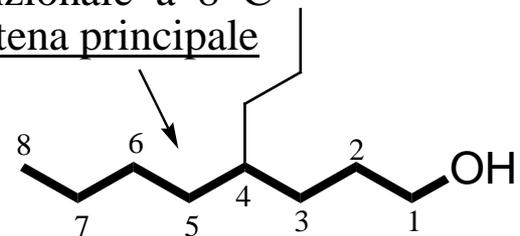
ottano → suffisso → *olo* → **ottanolo**

Nome: 4-propil-1-ottanolo

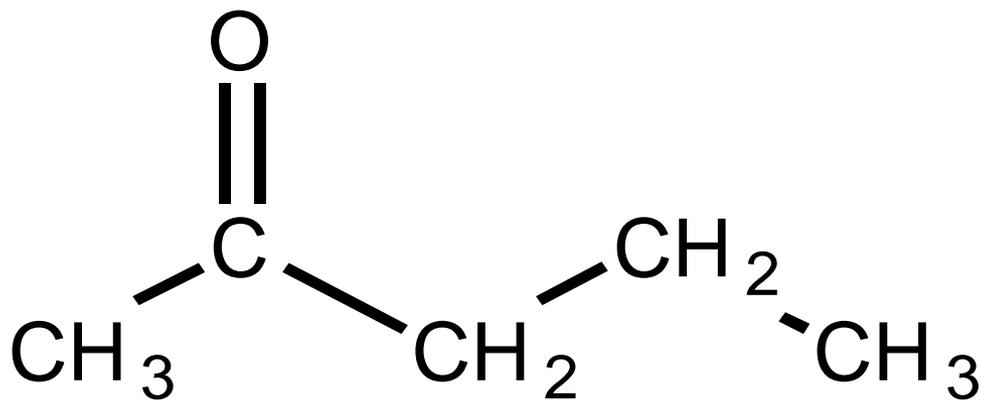
catena con gruppo
funzionale a 7 C



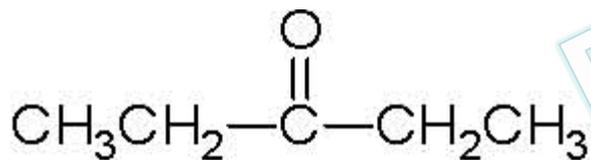
catena con gruppo
funzionale a 8 C
Catena principale



ESEMPI



2-Pentanone



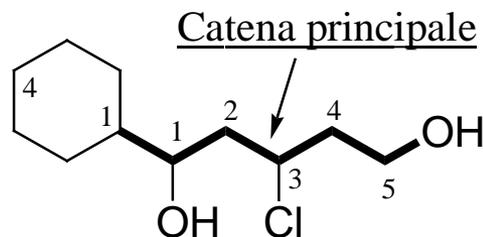
**3-pentanone
(diethylketone)**

Se il gruppo funzionale è ripetuto più volte??

1. Catena con massimo numero di gruppi funzionali
2. Catena con massimo numero di gruppi funzionali e più lunga
3. Catena con massimo numero di gruppi funzionali, più lunga e più sostituita

Gruppo funzionale OH

La porzione principale è la catena perché contiene il massimo numero di gruppi principali
Catena principale: pentano → suffisso → *diolo* → per darlo



Sostituenti: cloro e cicloesile.

La numerazione corretta è quella da sinistra a destra così da dare ai sostituenti i numeri più bassi possibili ai sostituenti.

Nel nome dobbiamo indicare le posizioni dei 2 sostituenti e dei 2OH sulla catena principale.

Nome: 1-cicloesil-3-cloro-1,5-pentandiolo



Se è presente anche un legame multiplo?

1. Catena con massimo numero di gruppi funzionali
2. Catena con massimo numero di gruppi funzionali e legami multipli
3. Catena con massimo numero di gruppi funzionali, legami multipli e più lunga
4. Catena con massimo numero di gruppi funzionali, legami multipli più lunga e più sostituita

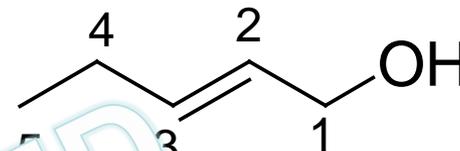
Catena carboniosa di 5 carboni

Gruppi funzionali: OH in posizione 1 → suffisso: *olo*

doppio legame in posizione 2 → suffisso: *ene*

Il nome finale deve contenere sia *ene* che *olo*

Il nome si assembla così: **2-penten-1-olo**



Se sono presenti più gruppi funzionali??

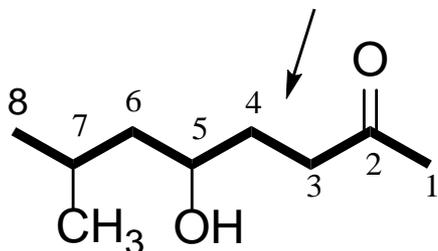
Vince il più importante!!!



Gruppo	Formula	desinenza	sostituente
Acido carbossilici	-COOH	Acido... -oico	
Esteri	-COOR	R -oato	
Aldeidi	-CHO	-ale	osso
Chetoni	>(C)=O	-one	osso
Alcoli	-OH	-olo	idrossi
Ammine	-NH ₂	-ammina	ammino
alcheni	C=C	ene	-
alchini	C≡C	ino	-

Indipendentemente dal gruppo funzionale, se la catena contiene doppi/tripli legami, la desinenza deve contenere ene/ino

Catena principale



Il gruppo $-C=O$ ha la precedenza rispetto all' $-OH$ che è indicato con il nome idrossi.



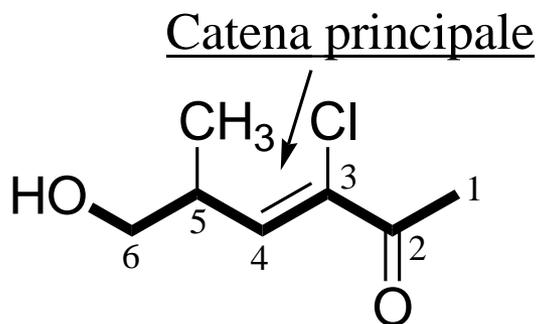
Catena principale che contiene il gruppo funzionale ($C=O$):

8 C \rightarrow ottano \rightarrow **ottanone**

Numeriamo da destra a sinistra così da dare al $C=O$ il numero più basso possibile (posizione 2).

I sostituenti sono: metile in 7 e **idrossi** in 5 (la nomenclatura dell' OH quando si considera un sostituento

Assembliamo il nome: **5-idrossi-7-metil-2-ottanone**



Gruppo funzionale prioritario $C=O$ → desinenza *one*
 doppio legame → desinenza *ene*
 catena principale che contiene il gruppo prioritario: 6 C
 Sostituenti: idrossi, cloro, metile

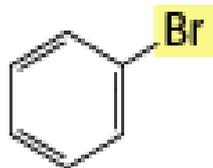
Nome: 3-cloro-6-idrossi-5-metil-3-*en*-2-*one*



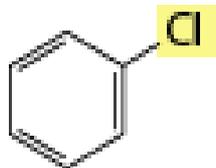
1. Catena con gruppo funzionale prioritario
2. Catena con gruppo funzionale prioritario e massimo numero di legami multipli
3. Catena con gruppo funzionale prioritario, massimo numero di legami multipli e più lunga
4. Catena con gruppo funzionale prioritario, massimo numero di legami multipli, più lunga e più sostituita

NOMENCLATURA

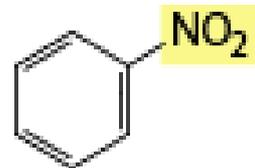
Il nome di alcuni benzeni monosostituiti è formato semplicemente dal nome del sostituente seguito dalla parola "benzene"



bromobenzene

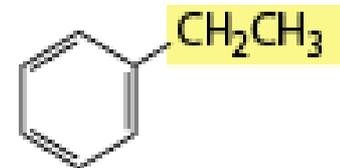


clorobenzene



nitrobenzene

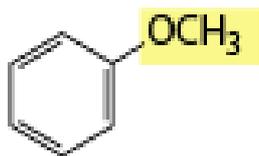
usato come solvente
nei lucida-scario



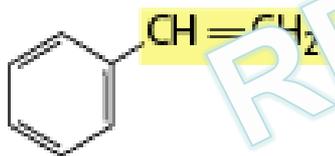
etilbenzene



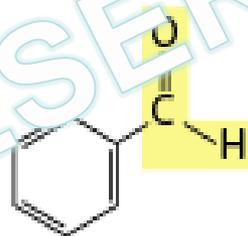
Alcuni benzeni monosostituiti hanno nomi che includono il sostituente; questi nomi vanno memorizzati



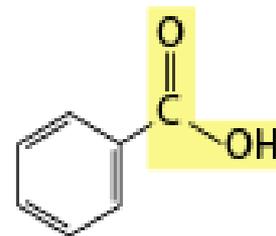
anisolo



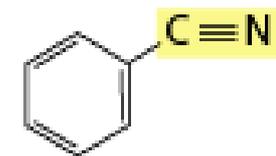
stirene



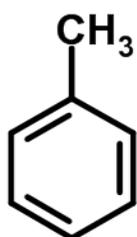
benzaldehyde



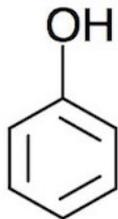
acido benzoico



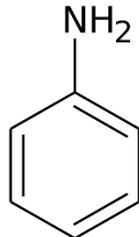
benzonitrile



$C_6H_5CH_3$
Toluene



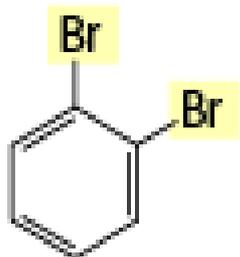
C_6H_5OH
fenolo



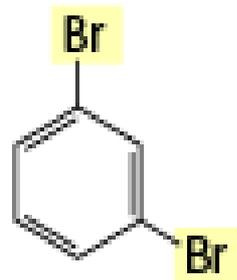
$C_6H_5NH_2$
anilina

Non confondere ANILINA con ADENINA/ALANINA

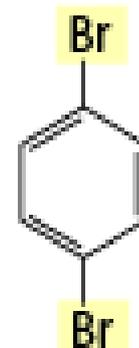
Nomenclatura benzeni disostituiti



1,2-dibromobenzene
orto-dibromobenzene
o-dibromobenzene

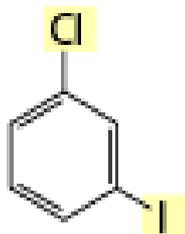


1,3-dibromobenzene
meta-dibromobenzene
m-dibromobenzene

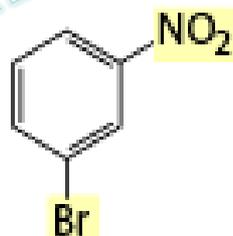


1,4-dibromobenzene
para-dibromobenzene
p-dibromobenzene

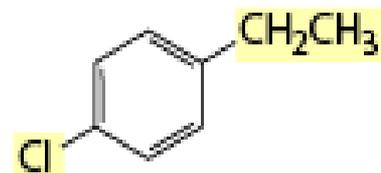
I sostituenti vanno citati in ordine alfabetico



1-cloro-3-iodobenzene
meta-cloroiodobenzene
non
1-iodo-3-clorobenzene
e nemmeno
meta-iodoclorobenzene



1-bromo-3-nitrobenzene
meta-bromonitrobenzene



1-cloro-4-etilbenzene
para-cloroetilbenzene

Qual è il nome sistematico IUPAC del composto organico con formula $\text{CH}_3\text{CBr}_2\text{CO}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$?

- A) 2,2-dibromo-nonan-2-one
- B) 2,2-dibromo-nonan-3-one
- C) 8,8-dibromo-nonan-7-one
- D) 8,8-dibromo-nonan-3-one
- E) 2,2-dibromo-nonen-2-one

Qual è il nome sistematico IUPAC del composto organico con formula $\text{CH}_3\text{CBr}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$?

- A) 2,2-dibromo-ottan-3-olo
- B) 2,2-dibromo-eptan-3-olo
- C) 7,7-dibromo-eptan-6-olo
- D) 7,7-dibromo-ottan-1-olo
- E) 2,2-dibromo-ottan-2-olo

Qual è il nome sistematico IUPAC del composto organico con formula: $\text{CCl}_2\text{HCF}_2\text{CCIFH}$?

- A) 1,1,3-tricloro-2,2,3-trifluoropropano
- B) 2,2,3-trifluoro-1,1,3-tricloropropano
- C) 1,1,3-trifluoro-2,2,3-tricloropropano
- D) 2,2,3-tricloro-1,1,3-trifluoropropano
- E) 1,1,3-trifluoro-1,2,2-tricloropropano

INSATURAZIONI

Un composto organico è definito insaturo quando possiede un numero di idrogeni legati al carbonio inferiore rispetto ad un alcano (**SATURO**)

Alcano C_nH_{2n+2}

Alchene: C_nH_{2n}

Alcano ciclico: C_nH_{2n}

-2H per ogni legame π e/o per ogni ciclo presente nella molecola.
L'insaturazione corrisponde al legame π e al ciclo (ogni insaturazione \rightarrow -2H rispetto a C_nH_{2n+2})

- C_8H_{14} quante insaturazioni? Se fosse saturo dovrebbe avere 18H ma ne ha 14 \rightarrow 4H in meno \rightarrow 2 insaturazioni ($n^\circ H/2$)
- C_2H_2 quante insaturazioni? Chi è??
- C_6H_6 quante insaturazioni? Chi è??
- Qual è la formula del ciclopentadiene??? 5C, ciclo (-2H), diene (-4H, 2 per ciascun legame π , dovrebbe essere C_5H_{12} (Saturo) ma è C_5H_6 (6H in meno).
- C_3H_6O ? **Ossigeno non conta**. 6H, 2H in meno \rightarrow 1 insaturazione
- C_3H_9N **bisogna considerare l'azoto** \rightarrow H totali = $9 - 1(N) = 8$ Saturo
- C_3H_7Cl **bisogna considerare l'alogeno** \rightarrow H totali = $7 + 1(Cl) = 8$ Saturo



Se gli H sono dispari. La divisione per 2 non è un numero intero!!!

Quindi **va considerato N/alogeno**. Azoto si sottrae, alogeno si somma

Quale delle seguenti è la formula bruta di un idrocarburo lineare monoinsaturo?

- A) C_nH_{2n+2}
- B) C_nH_{2n}
- C) C_nH_{2n-2}
- D) C_nH_{n-1}
- E) C_nH_{n+2}

Per quanti atomi di idrogeno il benzene differisce dal cicloesano?

- A) 6
- B) 5
- C) 4
- D) 3
- E) 2

77. Un composto di formula $C_4H_{10}O$ può essere:

- a) Un chetone
- b) Un etere ciclico !!!!! SATURO C_nH_{2n+2}
- c) Un alcol
- d) Un'aldeide
- e) Un acido carbossilico

Quale è la formula bruta dell'aldeide propionica (propanale)?

- A) C_3H_5O
- B) C_3H_6O
- C) C_2H_4O
- D) $C_2H_3O_2$
- E) $C_3H_6O_2$

75. Quale, tra i seguenti composti, può rappresentare sia un chetone che un'aldeide?

- a) C_6H_6
 - b) C_2H_4
 - c) $C_2H_4O_2$
 - d) CH_2O
 - e) C_3H_6O
- !!!! Legame π , almeno 1 O, almeno 3C per poter essere chetone C_nH_{2n}

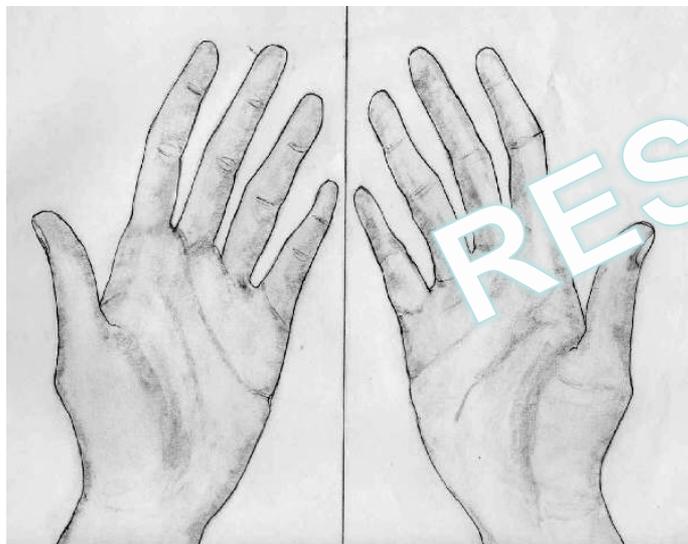
Quale delle seguenti molecole è un isomero strutturale del metilciclopentano?

- A. 2-esene
 - B. cicloesene
 - C. 2-metilpentano
 - D. esano
 - E. 2,2-dimetilbutano
- ! metilciclopentano= 1 insaturazione**

Chiralità

Il termine **chirale** deriva dal greco *chiros* = mano.
Un **oggetto chirale** non è sovrapponibile alla sua immagine
nello specchio.

L'universo è ..Chirale



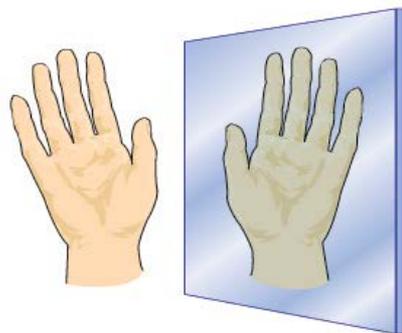
Oggetti **chirali**

(non sovrapponibili alla propria immagine speculare).

Senza elementi di simmetria. La mano

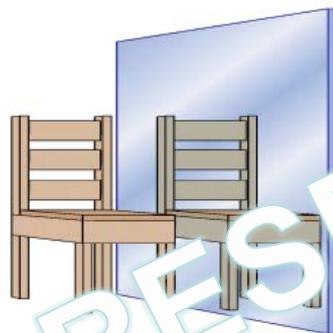
Oggetti **achirali**

(sovrapponibili alla propria immagine speculare). **Oggetti simmetrici**



mano destra

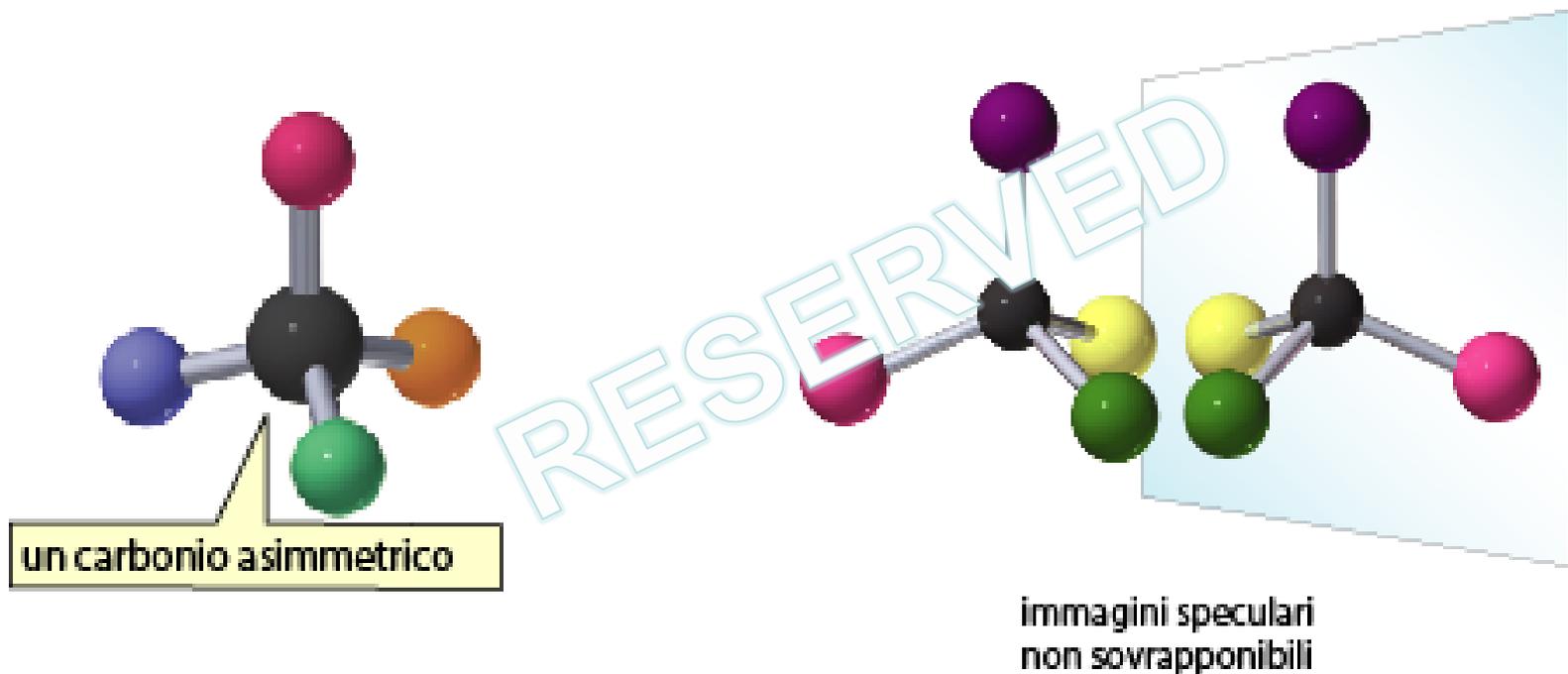
mano sinistra



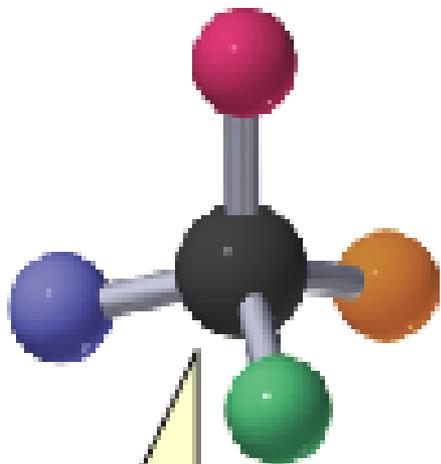
Un test per scoprire la chiralità...
L'oggetto è sovrapponibile alla propria immagine speculare??
L'oggetto contiene elementi di simmetria?



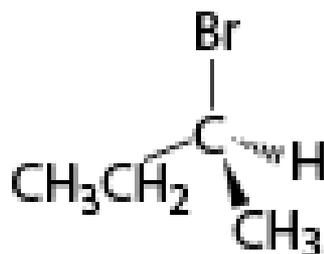
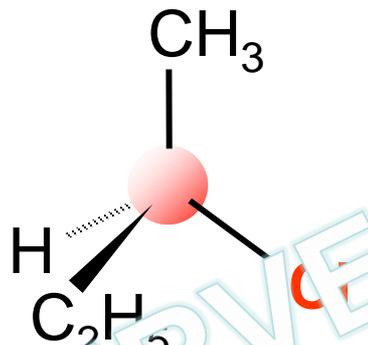
Una molecola organica è **chirale** quando presenta come elemento stereogenico un atomo di **carbonio asimmetrico**.



Un atomo di carbonio è asimmetrico quando è legato a quattro sostituenti differenti. Deve essere sp^3



un carbonio asimmetrico



una molecola
chirale

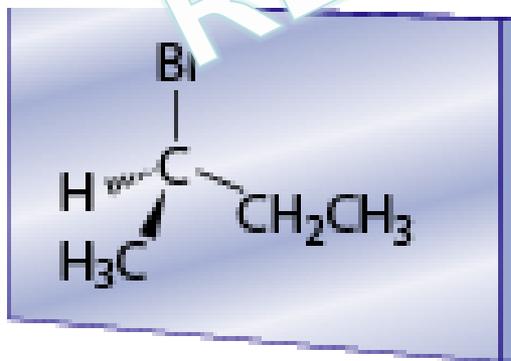
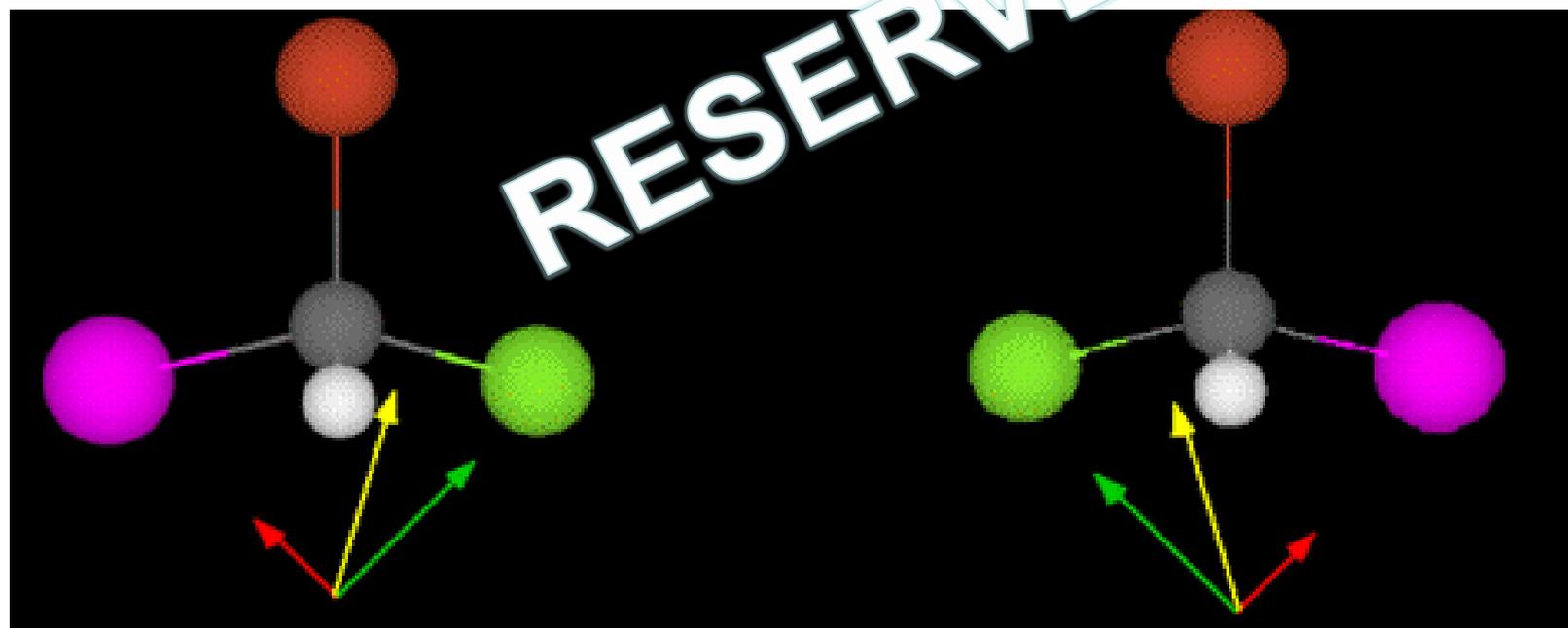


immagine speculare
non sovrapponibile

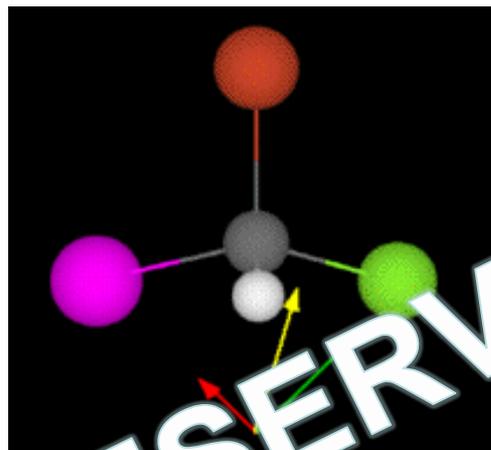
enantiomeri

Come si chiamano la molecola
chirale e la sua immagine
speculare: **enantiomeri**

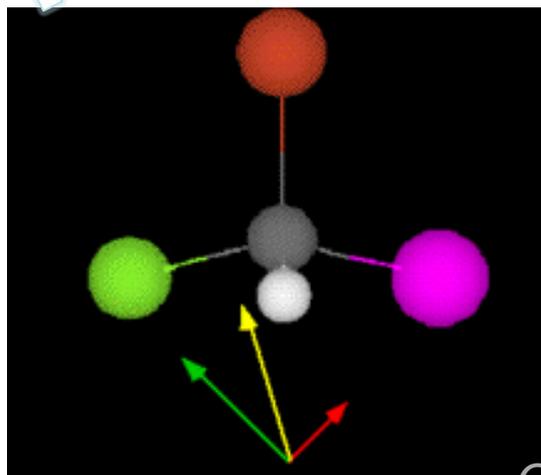
Enantiomeri: sono identici in ogni proprietà chimica e fisica.
Ma...sono in grado di ruotare la luce piano polarizzata in direzioni opposte e interagiscono in modo differente con oggetti chirali
Piede destro in scarpa sinistra??
Mano sinistra con forbici?
Enzima/substrato??



Una soluzione che contiene un enantiomero ruoterà il piano della luce polarizzata in una direzione.....

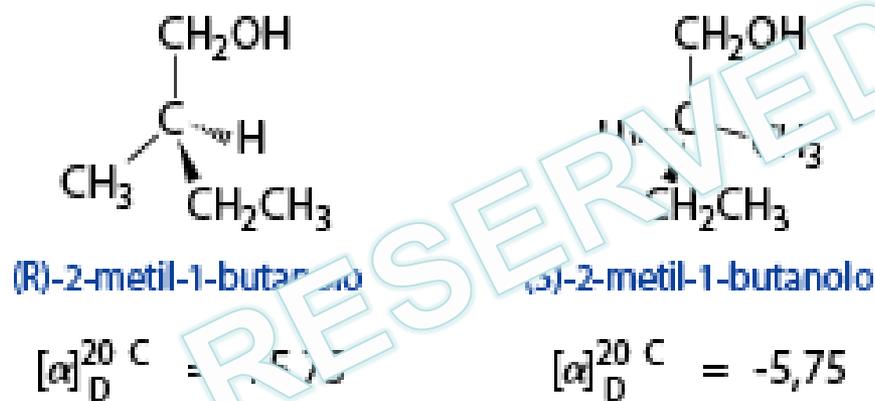


...mentre l'altro enantiomero lo ruoterà nella direzione opposta.



Qualsiasi composto ruoti il piano della luce polarizzata si definisce **OTTICAMENTE ATTIVO**

Una Miscela costituita dal 50% di ciascun enantiomero si definisce Miscela **RACEMICA** e **NON** è Otticamente Attiva.



46. Condizione sufficiente affinché una molecola organica possieda isomeria ottica è:

A) la presenza di almeno un atomo di carbonio chirale

B) la presenza di un doppio legame tra due atomi di carbonio

C) la diversa posizione di un sostituente lungo la catena di atomi di carbonio

D) la presenza di almeno tre atomi di carbonio asimmetrici

E) la presenza di un triplo legame tra due atomi di carbonio

Proprietà fisiche

Bisogna saper ragionare su **teb** e solubilità in **H₂O**.

Su entrambe le proprietà impattano:

- **N° di carboni**
- **Tipo di gruppo funzionale**

In genere si paragonano le proprietà nell'ambito di serie **omologhe**, quindi composti con stesso gruppo funzionale ma differenti nelle dimensioni, oppure composti **con analogo peso molecolare ma diverso gruppo funzionale**.

Esempio CH_4 CH_3CH_3 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
 CH_3OH $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ CH_3OCH_3 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ CH_3COOH

- Un aumento del numero di C (>PM) produce **>teb** e **<solubilità in H₂O** perché >contributo apolare
- A parità di PM, bisogna guardare i gruppi funzionali e ragionare sulla presenza nella **molecola di legami polarizzati e di gruppi funzionali in grado di formare legami a H** (OH, NH₂, NH)

Proprietà fisiche

Alcani: composti **non polari e NON solubili in acqua**. Il punto di ebollizione degli idrocarburi aumenta di $20-30^\circ$ per ogni atomo di carbonio aggiunto alla catena.

Isomeri strutturali sono composti diversi e hanno quindi proprietà fisiche diverse

-da C1 a C4 sono **GASSOSI**

-da C5-C17 sono **LIQUIDI**

-da C18 in su **SOLIDI**

Gli **alcheni e gli alchini** sono composti con proprietà fisiche simili a quelle degli alcani con lo stesso scheletro carbonioso (leggermente più polari per legami π). **Non polari, t_{eb} simili agli alcani e NON solubili in acqua**

L'introduzione di un atomo diverso da C e H altera fortemente le proprietà fisiche per esistenza di legami **polarizzati** e di **gruppi donatori/accettori di legame H**.

Aldeidi/Chetoni/Esteri/Ammidi. Moderatamente polari, per la presenza del legame C=O. t_{eb} >degli idrocarburi, solubili in H₂O se $C \leq 3$ (acetone solubile in H₂O).

Alcoli/Ammine 1 e 2/Acidi carbossilici. Composti polari, **legame H**, solubili in H₂O se il rapporto tra n di C e gruppi OH (NH) ≤ 4

[Alcani \approx alcheni \approx alchini] \rightarrow [Eteri \approx Aldeidi \approx Chetoni \approx esteri \approx ammidi] \rightarrow

ammine III^a \rightarrow ammine II^a \rightarrow ammine I^a \rightarrow alcoli \rightarrow acidi carbossilici



T_{eb} e solubilità in H_2O

- Con gruppi funzionali diversi, si paragonano molecole con PM simile
- Con lo stesso gruppo funzionale (serie omologa), le proprietà variano con il n° di C. All'aumentare del n° di carboni, aumenta la t_{eb} e diminuisce la solubilità in acqua.



T_{eb}
solubilità in H_2O

In un esercizio: individuare il composto con gruppo/gruppi OH. Il gruppo OH è quello che ha maggior peso in termini di t_{eb} e solubilità in H_2O (legame a H)

Il biossido di carbonio (CO_2), il propano (C_3H_8) e l'etanale (CH_3CHO) hanno tutti $M_r = 44$.

Quale risposta indica correttamente l'ordine con cui questi composti diventano gas riscaldando a partire da -100°C mantenendo la pressione costante?

- A. CH_3CHO , C_3H_8 , CO_2
- B. CO_2 , CH_3CHO , C_3H_8
- C. CO_2 , C_3H_8 , CH_3CHO
- D. C_3H_8 , CO_2 , CH_3CHO
- E. C_3H_8 , CH_3CHO , CO_2

Quale dei seguenti composti mostra maggiore temperatura di ebollizione a pressione costante?

- A. CH_3OCH_3
- B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- C. CH_3CHO
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

Tra A, B, C, E (MW SIMILE) VINCE B.
Tra B e D VINCE D (>MW)

Quale dei seguenti composti mostra maggiore temperatura di ebollizione a pressione costante?

- A. NH_3
- B. PH_3
- C. H_2S
- D. H_2O
- E. NCl_3

Legame H: solo per N-H e O-H. VINCE OH
Ricorda: nell'ambito delle interazioni molecola/molecola, il legame H è quello che maggiormente impatta su te. Escludere NCl_3

Date le tre coppie di sostanze indicate di seguito, si identifichi per ogni coppia quale sostanza presenta forze intermolecolari maggiori.

1. CH_4 e CBr_4

2. N_2 e NO

3. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ e $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

[Si assumano temperatura e pressione standard (STP)]

A) 1: CBr_4 , 2: NO , 3: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

B) 1: CBr_4 , 2: N_2 , 3: $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

C) 1: CBr_4 , 2: N_2 , 3: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

D) 1: CH_4 , 2: NO , 3: $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

E) 1: CH_4 , 2: N_2 , 3: $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

Che cosa si verifica se nella catena di un idrocarburo saturo si sostituisce un atomo di idrogeno con un gruppo funzionale?

A) Cambiano le proprietà chimiche e fisiche della sostanza e la massa della molecola

B) Cambia la massa della molecola, ma le proprietà fisiche della sostanza restano invariate

C) Cambia la massa della molecola, ma le proprietà chimiche della sostanza restano invariate

D) Cambiano le proprietà fisiche della sostanza, ma non la massa della molecola

E) Cambiano le proprietà chimiche della sostanza, ma non la massa della molecola

Le ammidi hanno carattere:

- A) Neutro
- B) Basico
- C) Fortemente acido
- D) Debolmente acido
- E) Fortemente basico

Quale dei seguenti solventi, aggiunto all'acqua in volumi uguali, NON dà origine ad un sistema a due fasi?

- A) alcol etilico
- B) etere etilico
- C) n-esano
- D) benzene
- E) cloroformio

Quale dei seguenti liquidi è miscibile con un egual volume di acqua?

- A) Alcol metilico
- B) Etere etilico
- C) Olio di paraffina
- D) Cloroformio
- E) Etere di petrolio

Reazioni chimiche

In CHIMICA ORGANICA un **acido di Lewis** è chiamato anche **elettrofilo** (attratto dall'elettrone), una **base di Lewis**, quando reagisce con un elettrofilo diverso dal protone, è definita anche **nucleofilo** (attratto dal nucleo).

Le reazioni si basano sull'interazione tra atomi o molecole ricche di elettroni (**nucleofili**) e atomi o molecole povere di elettroni (**elettrofili**)

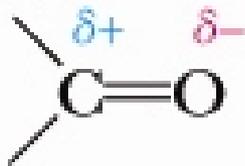
Quindi, quando si studiano le reazioni di un composto organico bisogna capire se **il/i carbonio/i della molecola coinvolta nella reazione si comporta da elettrofilo o nucleofilo.**

Le reazioni in chimica organica avvengono sempre tra un nucleofilo ed un elettrofilo

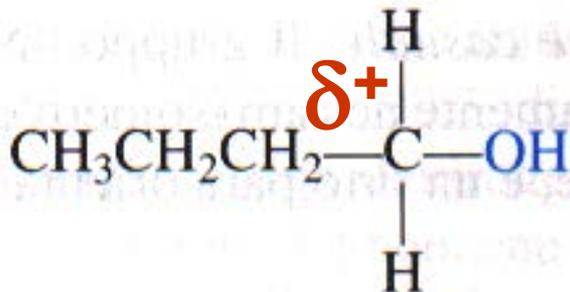
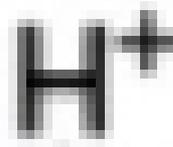
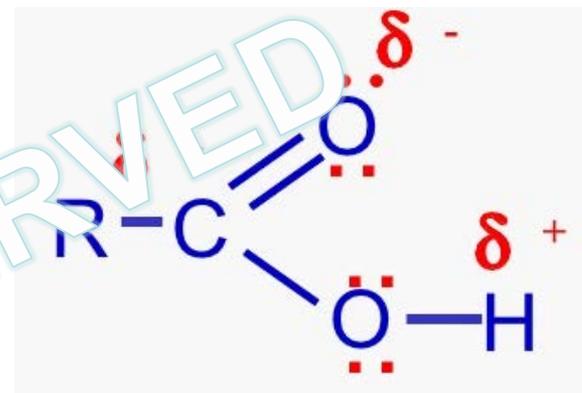
Elettrofili

Ovviamente il protone. Ma ci interessa capire quando il C è elettrofilo. Tutte le volte che è legato ad un eteroatomo + elettronegativo (O, N, alogeno).

Alcoli, eteri, ammine, composti carbonilici, alogenuri alchilici SONO elettrofili al Carbonio.



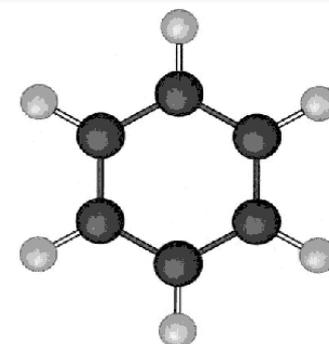
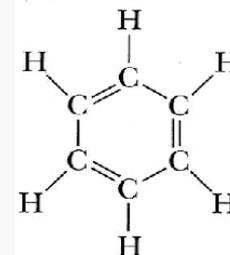
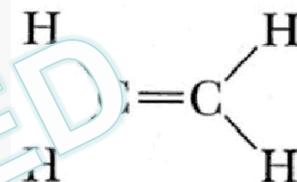
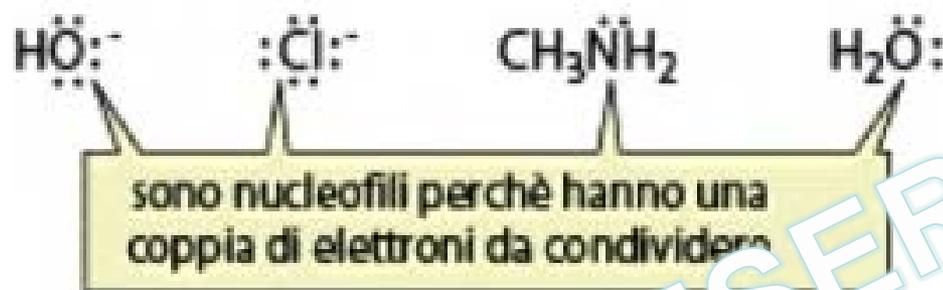
Polarità del gruppo carbonilico



Nucleofili

Molecole ricche di elettroni, come acqua, OH^- . Nelle molecole neutre, il C NON ha mai doppietti elettronici disponibili!!! Ma può essere nucleofilo per la densità elettronica π .

Alcheni, alchini e anelli aromatici sono NUCLEOFILI al Carbonio



E' possibile classificare le reazioni organiche in tre grosse famiglie:

Reazioni di addizione

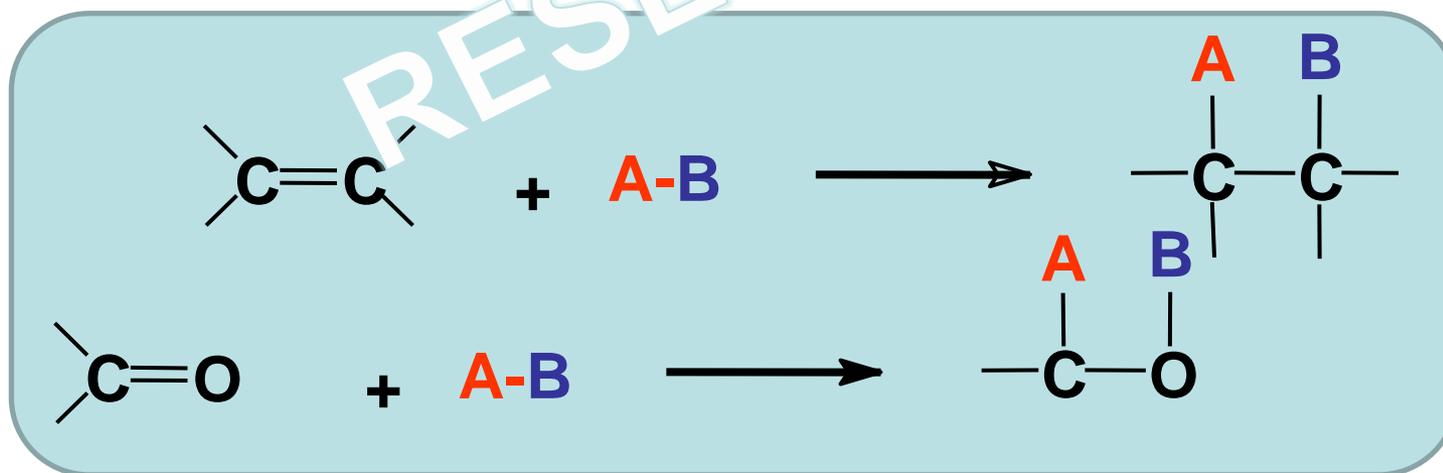
Reazioni di sostituzione

Reazioni di eliminazione

Addizione

Necessario doppio o triplo legame. La reazione è caratterizzata dal legame π .

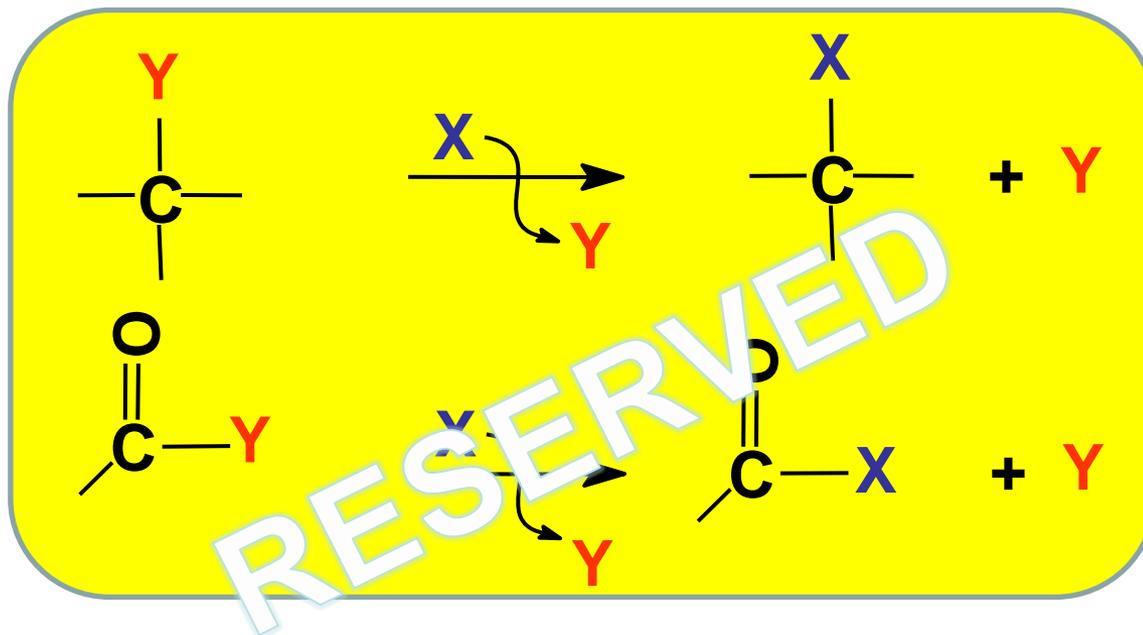
Alcheni, alchini, aldeidi e chetoni



Sostituzione

Necessario legame **semplice** con gruppo + elettronegativo (**Y**). Il carbonio può essere sp³ o sp².

Alcoli, eteri, ammine, acidi carbossilici e derivati (esteri, alogenuri acilici..)



Eccezione 1

La sostituzione **può riguardare H legato al C!!!** Il benzene, nonostante abbia C=C, da reazioni di sostituzione e non di addizione. E' sostituito un H.



Eccezione 2

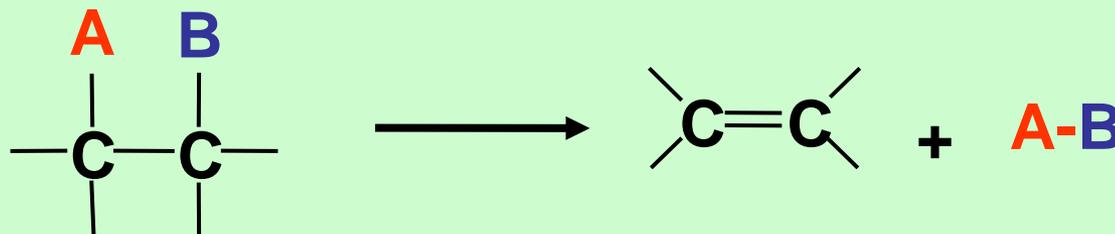
Gli alcani reagiscono con gli alogeni (F_2 , Cl_2 , Br_2) in presenza di radiazioni luminose o di calore per dare sostituzione di H.

ALOGENAZIONE DEL METANO



Eliminazione

Una molecola neutra (H_2C-X) è eliminata dal composto organico. Si forma un legame π (Alceni). **Tipica di alcoli e alogenuri alchilici**



In dipendenza delle caratteristiche del reagente coinvolto nella trasformazione del composto organico

la reazione è identificata dal sostantivo **addizione** o **eliminazione** seguito dall'**aggettivo elettrofila** o **nucleofila** in base alle caratteristiche del **reagente**.

Le caratteristiche del reagente sono opposte a quella del **carbonio/i coinvolto/i nella reazione**.

Quindi

- se il composto organico è **elettrofilo** e da **reazione di addizione**, la reazione avverrà con un **nucleofilo** e si chiamerà **REAZIONE DI ADDIZIONE NUCLEOFILA**.
- Se il composto organico è **nucleofilo** e da **reazione di addizione**, la reazione avverrà con un **elettrofilo** e si chiamerà **REAZIONE DI ADDIZIONE ELETTROFILA**.

Stesso ragionamento per le reazioni di **SOSTITUZIONE**.

Quindi:

- Il carbonio è elettrofilo o nucleofilo? Il reagente?
- La reazione è addizione o sostituzione?

- **Alcheni, alchini:** nucleofili. Reazione di addizione (legame π) con elettrofili. REAZIONE DI ADDIZIONE ELETTROFILA
- **Aldeidi, chetoni:** elettrofili. Reazione di addizione (legame π) con nucleofili. REAZIONE DI ADDIZIONE NUCLEOFILA
- **Benzene:** nucleofilo. Reazione di sostituzione con elettrofili. REAZIONE DI SOSTITUZIONE ELETTROFILA
- **Alcoli, eteri, ammine, acidi carbossilici e derivati (esteri, alogenuri acilici..):** TUTTI CON CARBONIO elettrofilo e gruppo Y sostituibile. REAZIONE DI SOSTITUZIONE NUCLEOFILA

- **Alcani:** non sono elettrofili o nucleofili. Reagiscono con meccanismo diverso. REAZIONE DI SOSTITUZIONE

Da ricordare:

Alchene →alcol

Alchene →alogenuro alchilico

Alchene →alcano

Addizione di H₂O=**IDRATAZIONE**

Addizione di HX

Addizione di H₂=**Idrogenazione=Riduzione**

Non dovete scrivere...ricordare le desinenze...

da etene →etanolo/da etene→etano

TABELLA 5.1 Reazioni di addizione caratteristiche degli alcheni

Reazione	Nome (i) descrittivo(i)
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array} + \text{HCl} \longrightarrow \begin{array}{c} \quad \\ \text{H} \quad \text{Cl} \\ \quad \end{array}$	idrociorurazione (idroalogenazione)
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \begin{array}{c} \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \end{array}$	idratazione
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array} + \text{H}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \end{array}$	idrogenazione (riduzione)

Da ricordare:

Alcol → alchene

Alcol → alogenuro alchilico

Alogenuro alchilico → alcol

Alogenuro alchilico → alchene

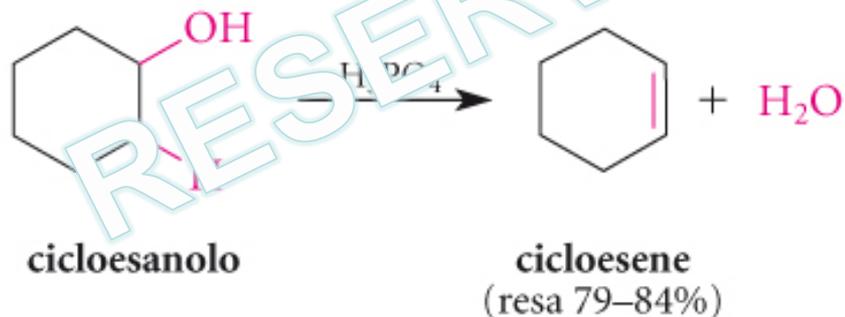
Eliminazione di H₂O = **DISIDRATAZIONE**

Sostituzione

Sostituzione

Eliminazione

Non dovete scrivere...ricordare le desinenze...
da etanolo → etene/da etanolo → alogenoetano



Ossidazione e riduzione

Molte reazioni portano ad una variazione dello stato di ossidazione della molecola organica.

Come facciamo a capire se in una trasformazione è avvenuta una ossidazione o riduzione?

NON è utile calcolare il n.o!!!! Il n.o è una media tra i n.o. di tutti i carboni della molecola!!

Guardiamo solo il carbonio/i carboni coinvolti nella trasformazione ricordandoci che H +1, O -2, N -3, alogeni -1 e quindi **più H sono legati al C più il carbonio è ridotto, più ossigeni/azoto/alogeni sono legati al C più il carbonio è ossidato!!!**

- Un aumento di H legati al C → RIDUZIONE
- Una diminuzione di H legati al C → OSSIDAZIONE
- Un aumento di O/N/Alogeni legati al C → OSSIDAZIONE
- Una diminuzione di O/N/Alogeni legati al C → RIDUZIONE
- Una sostituzione tra O/N/Alogeni legati al C → NO OX/RID

Quindi

▪ Nella trasformazione è coinvolto un solo C...

✓ $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ OSSIDAZIONE l'H (+1) è sostituito dal Cl (-1).
Diminuiscono gli H e aumentano alogeni

✓ $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ OSSIDAZIONE l'H (+1) è sostituito da OH (-1)
Diminuiscono gli H e aumenta Ossigeno

✓ $\text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ NO OSSIDAZIONE Gli H non cambiano, Cl è
sostituito da OH, n.o Cl=OH

✓ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$ OSSIDAZIONE il C ha perso un H
Diminuiscono gli H

✓ $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ RIDUZIONE il C ha guadagnato un H
Aumentano gli H

✓ $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ OSSIDAZIONE il C ha guadagnato un O
Diminuiscono H e aumenta O

Se nella trasformazione sono coinvolti 2 C (alcheni e alchini)???

ATTENZIONE!!!!

- ✓ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$ RIDUZIONE entrambe i C hanno guadagnato un H
- ✓ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}\equiv\text{CH}$ OSSIDAZIONE entrambe i C hanno perso un H
- ✓ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ OSSIDAZIONE entrambi i C hanno guadagnato un Br
- ✓ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ NO OSS/RID un C ha guadagnato H (si è ridotto), un C ha guadagnato Br (si è ossidato) \Rightarrow lo stato di ossidazione della molecola NON è cambiato
- ✓ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ NO OSS/RID un C ha guadagnato H (si è ridotto), un C ha guadagnato OH (si è ossidato) \Rightarrow lo stato di ossidazione della molecola NON è cambiato

Trasformazioni da ricordare!!

Ossidazione



Alcano \rightarrow alchene \rightarrow alchino



Riduzione

Ossidazione



Alcol 1° \rightarrow aldeide \rightarrow acido carbossilico



Riduzione

Ossidazione



Alcol 2° \rightarrow chetone



Riduzione

I chetoni NON possono essere ossidati in condizioni usuali

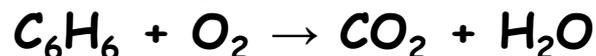
RESERVED

Combustione

I composti reagiscono con ossigeno producendo CO_2 , H_2O e calore. E' una REDOX!

Bisogna saper bilanciare la reazione! NON con calcolo n.o.!!!

Individua la successione numerica che indica correttamente i coefficienti della seguente reazione chimica:



A) 2, 15 = 12, 6

B) 1, 6 = 3, 3

C) 1, 6 = 6, 3

D) 2, 9 = 12, 6

E) 2, 7 = 3, 1

Prima bilanciamo il C, poi H e alla fine calcoliamo gli O totali nei prodotti. Nell'esempio, nei prodotti avremo 15 O in totale.

Cosa mettiamo come coefficiente stechiometrico di O_2 nei reagenti??
15/2 e poi mcm

Dall'ossidazione totale di una molecola di etanolo si ottengono:

- A) due molecole di CO_2 e tre di acqua
- B) solo due molecole di CO_2
- C) due molecole di CO ed una di CO_2
- D) solo due molecole di CO
- E) due molecole di CO_2 ed una di acqua

Qual è il volume minimo di ossigeno necessario per la combustione completa di 400 ml di propano?

Si assuma che entrambi i gas siano ideali e che abbiano la stessa pressione e temperatura.

- A) 2000 ml
- B) 2600 ml
- C) 2800 ml
- D) 3600 ml
- E) 4000 ml

Condensazione e idrolisi

- La reazione di **condensazione** è la formazione di un legame chimico tra due specie con formazione di una molecola di H_2O
 - L'**idrolisi** è una reazione di rottura di un legame chimico ad opera dell' H_2O
- Formalmente l'una l'inverso dell'altra*



Alla base della formazione dei polimeri del mondo biologico (peptidi, polisaccaridi, acidi nucleici). I polimeri naturali sono polimeri di condensazione. Per ogni legame tra monomeri si perde una molecola d' H_2O .



NON CONFONDERE IDROLISI CON IDRATAZIONE

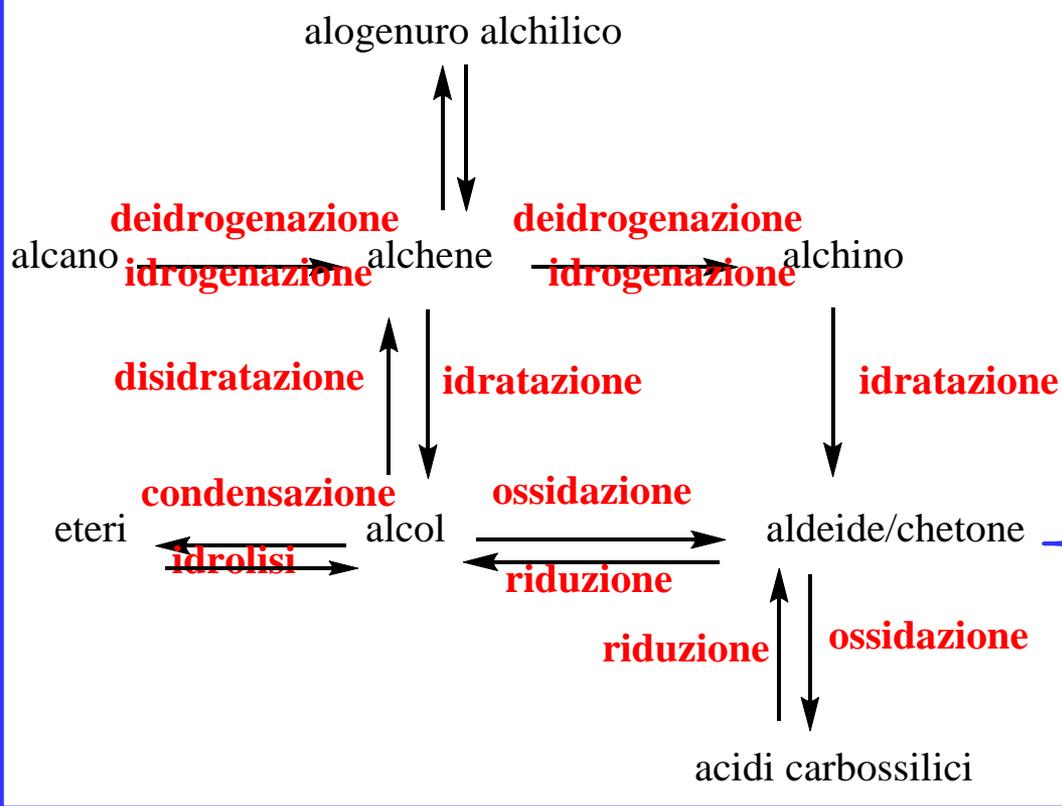
Idrolisi, reazione di rottura di un legame chimico ad opera dell' H_2O

Idratazione, addizione di H_2O

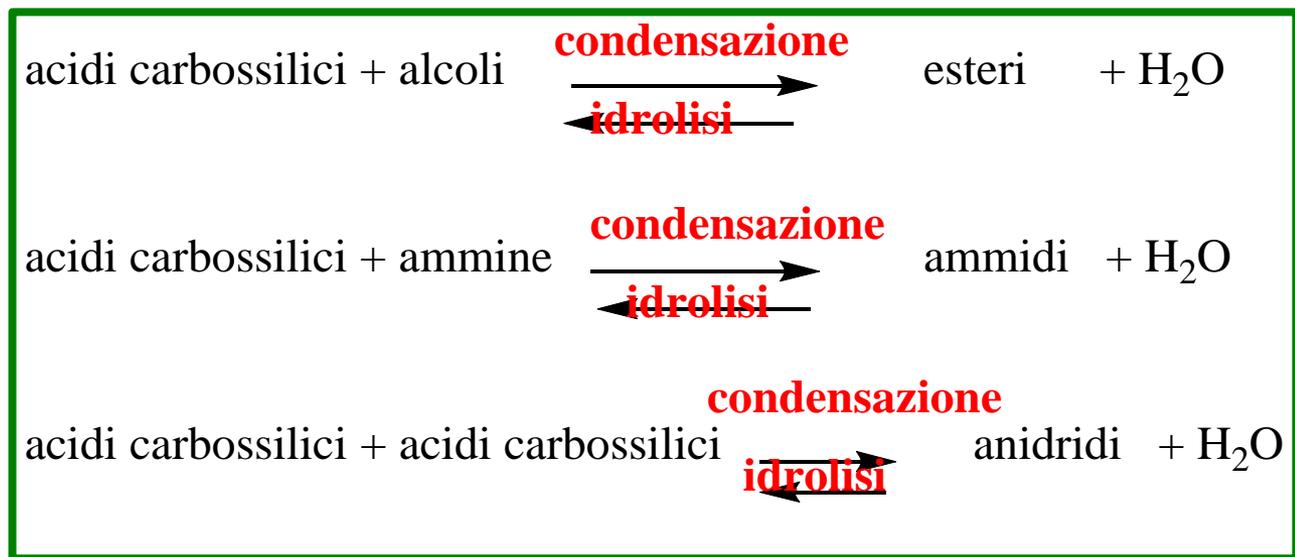


Ricorda idrolisi disaccaridi/polisaccaridi, trigliceridi, peptidi





NB
 Alcol 1° \rightarrow aldeide \rightarrow acido carbossilico
 Alcol 2° \rightarrow chetone
 I chetoni non si ossidano

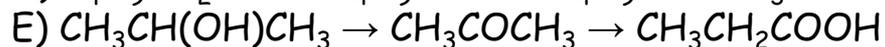
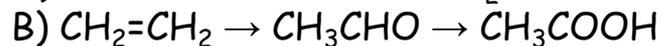


NB. I trigliceridi

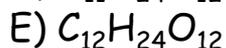
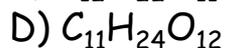
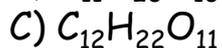
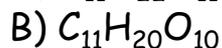
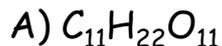
NB. Peptidi

Un alcol primario può essere ossidato a dare prima una aldeide e poi un acido carbossilico.

Quale delle seguenti sequenze rappresenta l'ordine corretto di queste reazioni?



Indicare la formula bruta del disaccaride che si ottiene dall'unione di un pentoso con un esoso



Per disidratazione degli alcoli si possono ottenere:

A) alcheni

B) chetoni

C) alcani

D) acidi carbossilici

E) alchini

Gli esteri si ottengono dalla reazione tra:

A) un'aldeide e un alcol con eliminazione di acqua

B) un'aldeide e un alcol senza eliminazione di acqua

C) un acido ossigenato organico o inorganico e un alcol, senza eliminazione di acqua

D) un acido ossigenato organico o inorganico e un alcol, con eliminazione di acqua

E) due alcoli, uguali o differenti, con eliminazione di acqua

Indica quanti atomi di ossigeno sono necessari per l'ossidazione totale di una molecola di metano:

A) uno

B) quattro

C) due

D) tre

E) cinque

Nella formazione di un disaccaride da due monosaccaridi:

- A) entrambi i monosaccaridi si riducono
- B) il primo monosaccaride si ossida, il secondo si riduce
- C) si forma in alcuni casi un legame ammidico, in altri casi un legame glicosidico
- D) entrambi i monosaccaridi si ossidano
- E) si elimina acqua

Quale dei seguenti composti può essere prodotto a partire dall'etanolo usando esclusivamente una reazione di sostituzione?

- A Bromoetano
- B Etanale
- C acido etanoico
- D etossietano
- E Etene

Di seguito sono riportati alcuni composti che possono essere ottenuti dall'etene, C_2H_4 :

C_2H_6 , C_2H_5Br , C_2H_5OH , CH_2BrCH_2Br , $(CH_2CH_2)_n$

Quale può essere prodotto attraverso una reazione di ossidazione?

- A. C_2H_6
- B. CH_2BrCH_2Br
- C. C_2H_5Br
- D. C_2H_5OH
- E. $(CH_2CH_2)_n$

Un estere può essere direttamente prodotto dalla reazione dell'acido propanoico con l'1-butanol.

Qual è la formula dell'estere?

- A) $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$
- B) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_4\text{H}_9$
- C) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$
- D) $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_3\text{H}_7$
- E) $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_4\text{H}_9$

Di seguito sono riportati alcuni composti che possono essere ottenuti dal propino, C_3H_4 :

C_3H_8 , C_3H_6 , $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, $\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$, $\text{C}_3\text{H}_4\text{Br}_2$

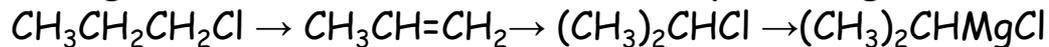
Quale può essere prodotto attraverso una reazione di ossidazione?

- A. $\text{C}_3\text{H}_4\text{Br}_2$
- B. C_3H_8
- C. C_3H_6
- D. $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
- E. $\text{C}_3\text{H}_4\text{Br}_2$

La presenza di un alogeno (che è caratterizzato da un'elevata elettronegatività) su un acido carbossilico a dare un alogenuro acilico del tipo: RCOCl , come modifica la reattività?

- A) Aumenta la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende ancora più δ^+ il carbonio del gruppo $\text{C}=\text{O}$
- B) Diminuisce la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende δ^- il carbonio del gruppo $\text{C}=\text{O}$
- C) Aumenta la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende ancora più δ^- il carbonio del gruppo $\text{C}=\text{O}$
- D) Diminuisce la reattività nei confronti di nucleofili, in quanto rende δ^+ il carbonio del gruppo $\text{C}=\text{O}$
- E) Non modifica in nessun modo la reattività

Di seguito è mostrata la via sintetica per il seguente reattivo di Grignard $(\text{CH}_3)_2\text{CHMgCl}$.



Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

- A 1=addizione; 2=eliminazione; 3=sostituzione
- B 1= eliminazione; 2=addizione; 3=riduzione
- C 1= eliminazione; 2=addizione; 3=ossidazione
- D 1= eliminazione; 2=addizione; 3=idrolisi
- E 1= addizione; 2=eliminazione; 3=riduzione

Stadio 3: da C legato a Cl a C legato a Mg????
RIDUZIONE

Di seguito è mostrata la via sintetica per il seguente composto $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

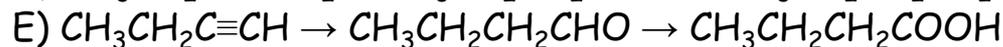
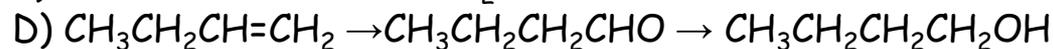
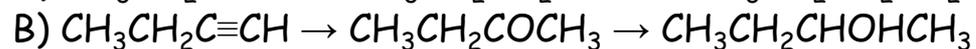


Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

- A 1=riduzione; 2=ossidazione; 3=sostituzione
- B 1= eliminazione; 2=addizione; 3=riduzione
- C 1= addizione; 2=addizione; 3=ossidazione
- D 1=riduzione; 2=ossidazione; 3=ossidazione
- E 1= addizione; 2=eliminazione; 3=ossidazione

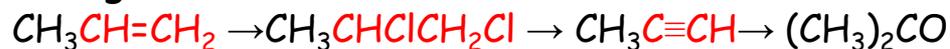
Guardare i C coinvolti nella trasformazione

Un alchino può essere trasformato in aldeide che poi può essere ridotta ad alcol primario. Quale delle seguenti sequenze rappresenta l'ordine corretto di queste reazioni?



Identificare alchino come primo reagente
Alcol 1° come prodotto finale

Di seguito è mostrata la via sintetica l'acetone



Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

A 1=addizione; 2=eliminazione; 3=sostituzione

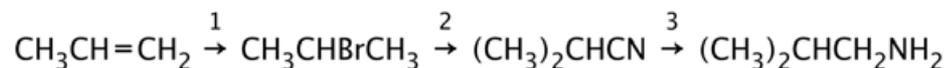
B 1= eliminazione; 2=addizione; 3=riduzione

C 1= addizione; 2=eliminazione; 3=addizione

D 1= addizione; 2=eliminazione; 3=idrolisi

E 1= addizione; 2=eliminazione; 3=ossidazione

Di seguito è mostrata la via sintetica per il composto $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{NH}_2$.



Che tipi di reazioni corrispondono agli stadi 1, 2 e 3?

A 1=addizione; 2=sostituzione; 3=riduzione

B 1= addizione; 2=sostituzione; 3=idrolisi

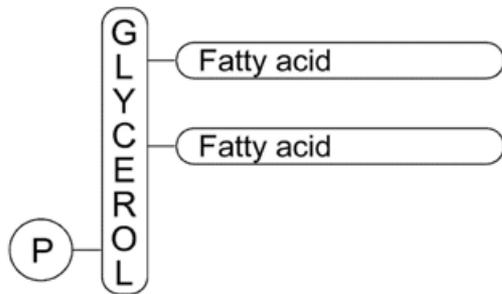
C 1= addizione; 2= addizione; 3=riduzione

D 1=sostituzione; 2=addizione; 3=idrolisi

E 1=sostituzione; 2= addizione; 3=riduzione

Guardare i C coinvolti nella trasformazione

Un fosfolipide è mostrato nel diagramma.



Idrolisi? Non si forma acqua!!!!

P = phosphate

Quante molecole di acqua si formano in seguito all'idrolisi a gruppo fosfato, glicerolo e acidi grassi?

- A 0
- B 1
- C 2
- D 3
- E più di 3

Cosa si ottiene per idrogenazione catalitica di un acido grasso monoinsaturo?

- A) Il corrispondente acido grasso saturo
- B) Un estere dell'acido grasso
- C) Un tioestere dell'acido grasso
- D) Un trigliceride
- E) Un fosfolipide

Identifica la formula di un polisaccaride formato a partire da 5 unità di glucosio

- A $C_{30}H_{60}O_{30}$
- B $C_6H_{12}O_6$
- C $C_{30}H_{52}O_{26}$
- D $C_5H_{10}O_5$
- E $(CH_{n-1}O)_2$