

INTRODUZIONE ALLA CHIMICA ORGANICA



COS'E' LA CHIMICA ORGANICA

- La chimica organica viene definita come la **chimica dei composti del carbonio** ed è associata a tutta la materia vivente.
- Carboidrati, grassi, proteine, vitamine, ormoni, enzimi e molti farmaci sono composti organici.
- Lana, seta, cotone, tela e alcune fibre sintetiche come nylon, rayon e Dacron contengono composti organici.
- Lo stesso dicasi per profumi, coloranti, essenze, saponi, detergenti, plastiche, benzine e oli.

Esistono pochissime eccezioni di composti del carbonio non considerati organici, come CO , CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- .



Il Carbonio e gli altri elementi di interesse della Chimica Organica

Group number,
U.S. system → 1A 2A
IUPAC system → (1) (2)

Period number → 1

KEY

79	Atomic number	Metals
Au	Symbol	Semimetals
Gold	Name	Nonmetals
196.9665	Atomic mass	

An element

1																	1	2	3A	4A	5A	6A	7A	8A	
																			(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
1																									
2	3	4											5	6	7	8	9	10							
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne							
	Lithium	Beryllium											Boron	Carbon	Nitrogen	Oxygen	Fluorine	Neon							
	6.941	9.0122											10.811	12.01	14.007	15.9994	18.9984	20.1797							
3	11	12	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	13	14	15	16	17	18							
	Na	Mg	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	Al	Si	P	S	Cl	Ar							
	Sodium	Magnesium											Aluminum	Silicon	Phosphorus	Sulfur	Chlorine	Argon							
	22.9898	24.3050											26.9815	28.0855	30.9738	32.066	35.4527	39.948							
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36							
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr							
	Potassium	Calcium	Scandium	Titanium	Vanadium	Chromium	Manganese	Iron	Cobalt	Nickel	Copper	Zinc	Gallium	Germanium	Arsenic	Selenium	Bromine	Krypton							
	39.0983	40.078	44.9559	47.88	50.9415	51.9961	54.9380	55.847	58.9332	58.693	63.546	65.39	69.723	72.61	74.9216	78.96	79.904	83.80							
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54							
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe							
	Rubidium	Strontium	Yttrium	Zirconium	Niobium	Molybdenum	Technetium	Ruthenium	Rhodium	Palladium	Silver	Cadmium	Indium	Tin	Antimony	Tellurium	Iodine	Xenon							
	85.4678	87.62	88.9059	91.224	92.9064	95.94	(98)	101.07	102.9055	106.42	107.8682	112.411	114.82	118.710	121.757	127.60	126.9045	131.29							
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86							
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn							
	Cesium	Barium	Lanthanum	Hafnium	Tantalum	Tungsten	Rhenium	Osmium	Iridium	Platinum	Gold	Mercury	Thallium	Lead	Bismuth	Polonium	Astatine	Radon							
	132.9054	137.327	138.9055	178.49	180.9479	183.85	186.207	190.2	192.22	195.08	196.9665	200.59	204.3833	207.2	208.9804	(209)	(210)	(222)							
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112													
	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn													
	Francium	Radium	Actinium	Rutherfordium	Dubnium	Seaborgium	Bohrium	Hassium	Meitnerium	Darmstadtium	Roentgenium	Copernicium													
	(223)	227.0278	(227)	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)	(266)	(271)	(277)	(277)													

Numbers in parentheses are mass numbers of radioactive isotopes.

Lanthanides

6	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	Cerium	Praseodymium	Neodymium	Promethium	Samarium	Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Holmium	Erbium	Thulium	Ytterbium	Lutetium
	140.115	140.9076	144.24	(145)	150.36	151.965	157.25	158.9253	162.50	164.9303	167.26	168.9342	173.04	174.967

Actinides

7	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium	Americium	Curium	Berkelium	Californium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium	Lawrencium
	232.0381	231.0359	238.0289	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)

CONFRONTO TRA I COMPOSTI ORGANICI E INORGANICI

I composti organici differiscono da quelli inorganici in molti aspetti. I più importanti vengono elencati di seguito:

1. molti composti organici **sono infiammabili**. Molti composti inorganici non lo sono;

2. molti composti organici hanno un **basso punto di fusione**. Molti composti inorganici hanno un alto punto di fusione;

3. molti composti organici hanno un **basso punto di ebollizione**. Molti composti inorganici hanno un alto punto di ebollizione;

4. molti composti organici sono **solubili in liquidi non polari**. Molti composti inorganici sono insolubili in liquidi non polari;



5. molti composti organici sono **insolubili in acqua**. Molti composti inorganici sono solubili in acqua;

6. i composti organici **contengono legami covalenti**. Molti composti inorganici contengono legami ionici;

7. le **reazioni organiche avvengono in genere tra molecole**. Le reazioni inorganiche avvengono generalmente tra ioni;

8. i composti organici contengono in genere **molti atomi**. I composti inorganici sono costituiti in genere da pochi atomi;

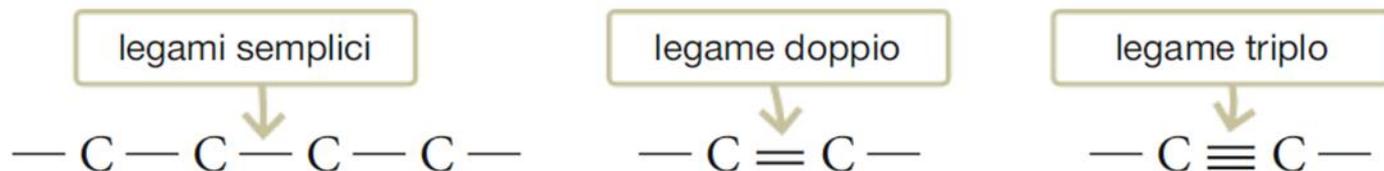
9. i composti organici hanno **strutture complesse**. I composti inorganici hanno strutture più semplici.



Esistono **almeno 20 milioni di composti organici**.

Questa grande varietà di composti dipende da:

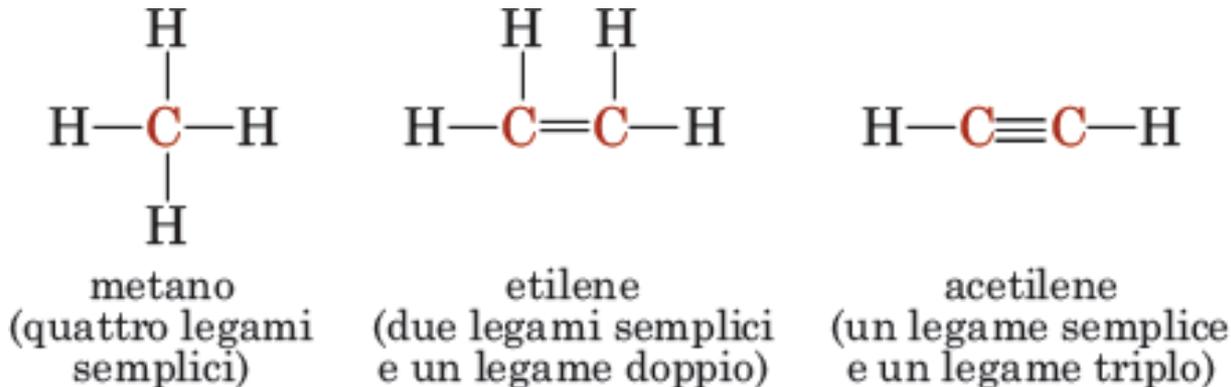
- il suo *valore di elettronegatività* (2,5) è tale per cui può legarsi covalentemente a tutti i non metalli e a quasi tutti i metalli
- la *presenza di quattro elettroni nello strato di valenza* permette di formare catene di atomi di carbonio uniti da legami semplici, doppi o tripli.



LEGAMI

Legame

Gli atomi costituenti i composti organici, ovvero i composti del carbonio, sono tenuti insieme da **legami covalenti**. I legami covalenti si formano per condivisione di coppie di elettroni tra due atomi con bassa differenza di elettronegatività. Nella chimica organica il termine legame viene usato per indicare una coppia di elettroni condivisa tra due atomi. L'atomo di carbonio possiede quattro elettroni nel livello più esterno, quindi forma sempre quattro legami. I legami vengono generalmente indicati con una piccola linea che collega i due atomi in questione. Ciascuno degli atomi di carbonio nei seguenti composti forma quattro legami.

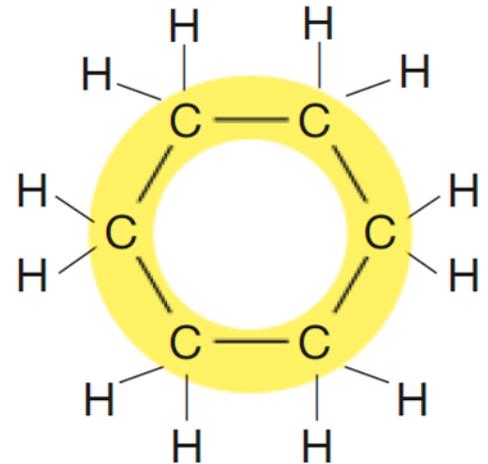
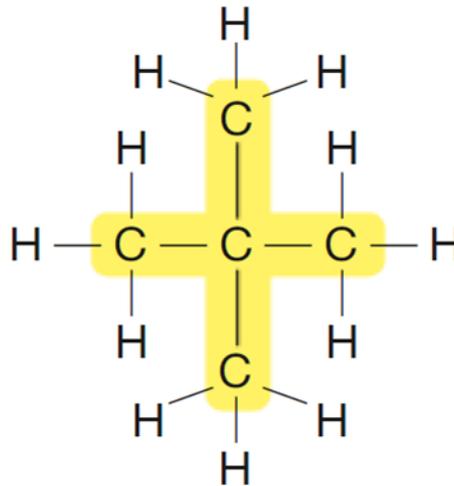
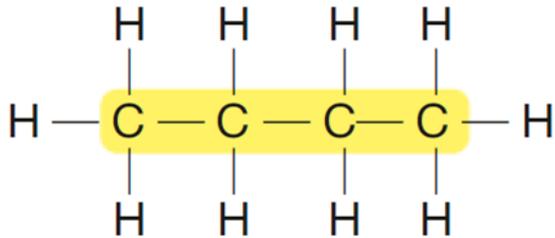


CAPACITÀ DI LEGAME DEL CARBONIO

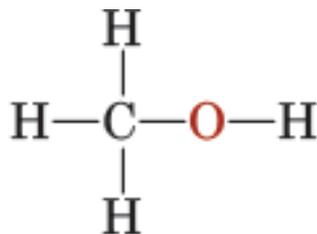
- L'atomo di carbonio ha la capacità di legare altri atomi di carbonio in modo da poter formare molecole molto grandi e complesse.
- Gli atomi di carbonio possono legarsi tra loro in maniera da formare **catene lineari o ramificate**. I composti di questo tipo sono chiamati **composti alifatici**.
- I composti del carbonio possono assumere forma ad anello per formare i composti ciclici, come ad esempio i **cicloalcani**, i **composti aromatici** e i **composti eterociclici** questi ultimi contengono, nella struttura dell'anello, elementi diversi dal carbonio come per esempio l'azoto.



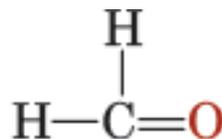
Nelle molecole dei composti organici, gli atomi di carbonio possono formare catene lineari, ramificate o chiuse ad anello.



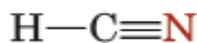
Analogamente, si può dire che **l'ossigeno forma sempre due legami** e **l'azoto forma in genere tre legami**, come illustrato nei seguenti composti.



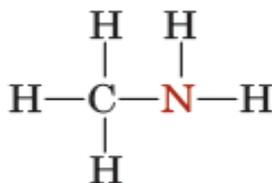
alcol metilico
(due legami semplici)



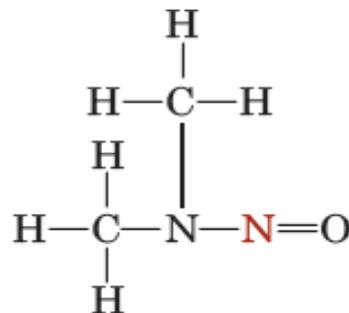
aldeide formica
(legame doppio)



acido cianidrico
(legame triplo)



metilammina
(tre legami semplici)



N-nitrosodimetilammina
(un legame semplice
e un legame doppio)

Si noti che **l'idrogeno forma sempre un solo legame semplice**, così come **gli alogeni (fluoro, cloro, bromo e iodio)**.

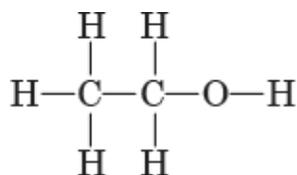


FORMULE DI STRUTTURA

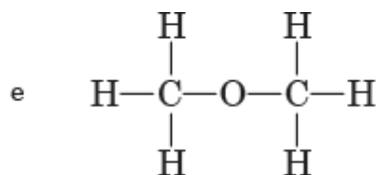
I composti organici vengono spesso scritti usando una **formula di struttura** piuttosto che una **formula molecolare**.

Qual è la differenza tra questi due tipi di formule? Perché usare la prima invece della seconda? Si consideri un composto organico con formula molecolare **C₂H₆O**. In chimica inorganica una formula di questo tipo identifica uno specifico composto. Questo fatto non è sempre vero in chimica organica, poiché una formula molecolare può identificare più di composto.

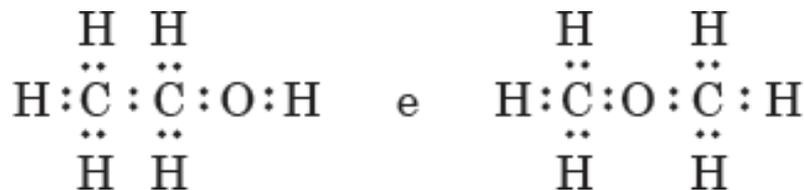
- si possono ottenere due possibili strutture, entrambe aventi formula molecolare C₂H₆O.



alcol etilico



etere dimetilico



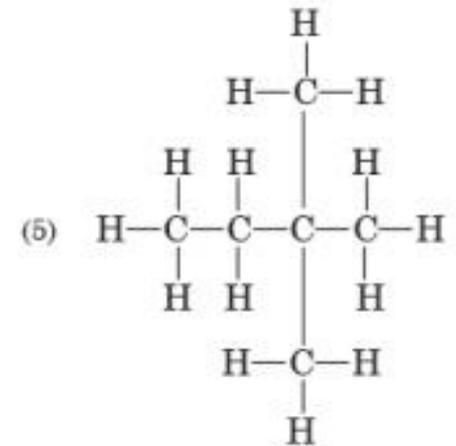
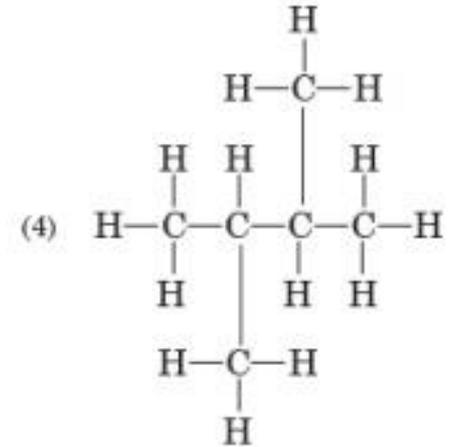
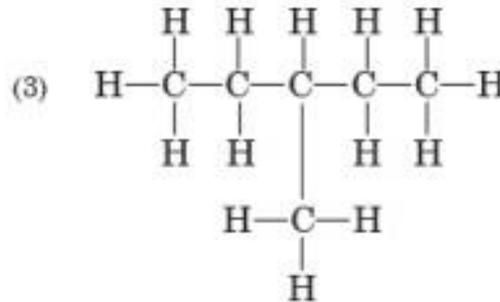
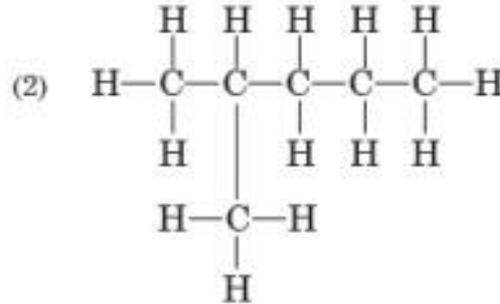
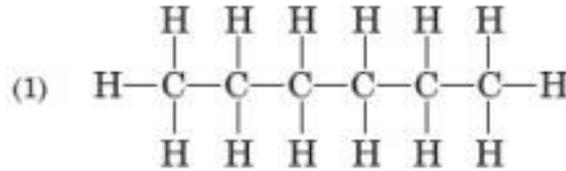
le linee rappresentano i legami e, quindi, gli elettroni condivisi.



ISOMERI

Gli isomeri sono definiti come composti aventi la stessa formula molecolare ma differente formula di struttura.

ES: il composto C_2H_6O ha due isomeri. Il composto C_6H_{14} ha 5 isomeri; $C_6H_{12}O_6$ viene identificato generalmente con il glucosio, ma questa formula molecolare rappresenta 24 diversi composti o isomeri, ognuno dei quali è un differente zucchero



Isomeri di C_6H_{14} .



ISOMERIA

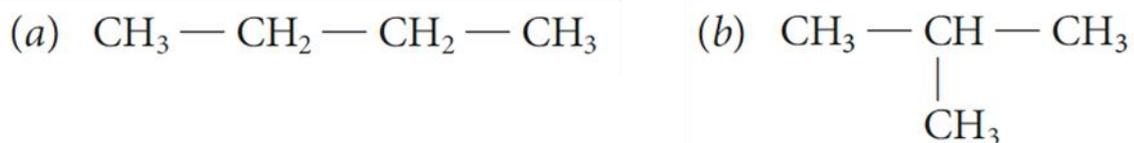
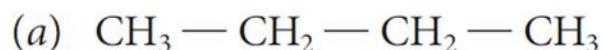
Sono **isomeri** quei composti che hanno la stessa formula bruta, ma che differiscono per il modo in cui gli atomi sono legati tra loro o sono disposti nello spazio.

- **Isomeri di struttura:** gli stessi atomi sono legati in modo diverso, le molecole hanno proprietà fisiche diverse (temperatura di ebollizione, temperatura di fusione).
- **Stereoisomeri:** gli stessi atomi presentano diversa orientazione spaziale.

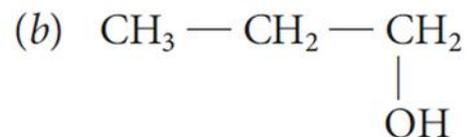
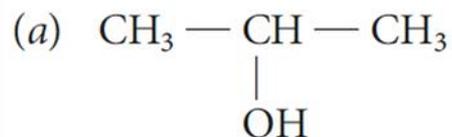


Gli **isomeri di struttura** si dividono in:

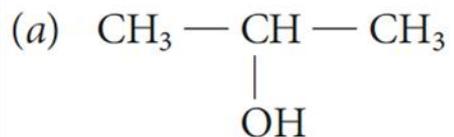
- **isomeri di catena** → catena lineare o ramificata;



- **isomeri di posizione** → posizione gruppo funzionale;



- **isomeri di gruppo funzionale** → gruppo funzionale.



Gli **stereoisomeri** si dividono in:

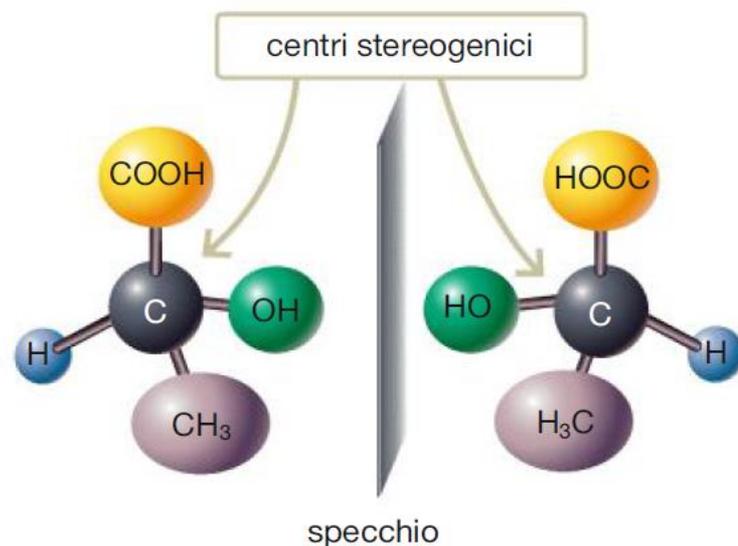
- **isomeri geometrici**: molecole con doppi legami carbonio-carbonio;
- **isomeri ottici o enantiomeri**: molecole chirali.

Sono chiamati **chirali** gli oggetti che mancano di un piano di simmetria (mani, piedi, viti, conchiglie), ovvero distinguibili dalla loro immagine speculare.



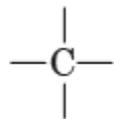
Un idrocarburo è chirale quando un atomo di carbonio lega a sé quattro atomi o gruppi atomici diversi. In tal caso, si dice che l'atomo di carbonio è un **centro stereogenico** o **stereocentro**.

Le molecole chirali hanno le stesse proprietà fisiche si comportano allo stesso modo in quasi tutte le reazioni chimiche a cui partecipano.

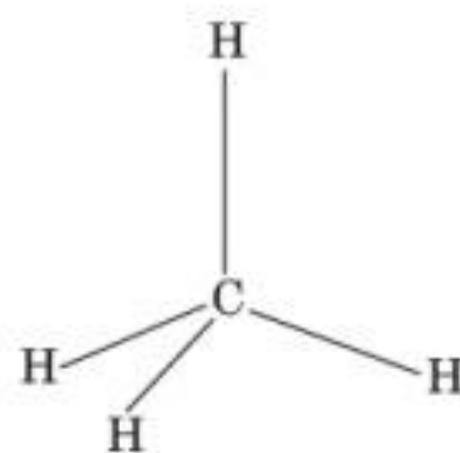
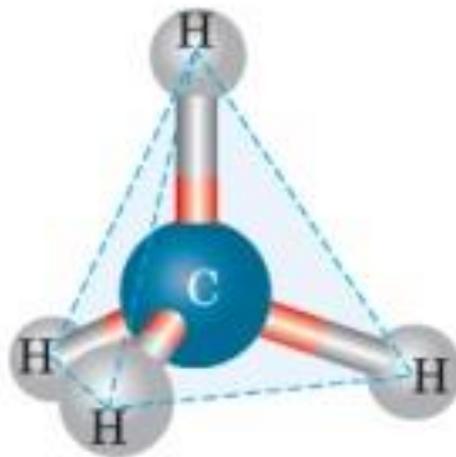


ORIENTAZIONE TRIDIMENSIONALE DEI LEGAMI INTORNO ALL'ATOMO DI CARBONIO

I composti rappresentati dalle formule di struttura non sono planari, ma hanno una struttura tridimensionale. Ad esempio, ogni atomo di carbonio forma quattro legami e se questi vengono ordinati simmetricamente la rappresentazione planare della struttura è:



I quattro legami del carbonio sono ordinati in una struttura tetraedrica in cui l'atomo di carbonio si trova al centro del tetraedro e i legami si orientano in modo da formare angoli di $109,5^\circ$. Quindi, il composto CH_4 , il metano



CLASSIFICAZIONE IDROCARBURI

IDROCARBURI

composti che contengono solo H e C;
si ottengono dal petrolio e dal gas naturale;
i vari prodotti si estraggono per distillazione frazionata

ALIFATICI

a catena aperta, oppure a
ciclo ma non aromatici
(alicyclici)

AROMATICI

tutti a ciclo
e aromatici

SATURI

legami semplici

INSATURI

legami doppi e tripli

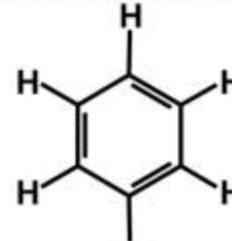
ALCANI

DIENI
due doppi legami

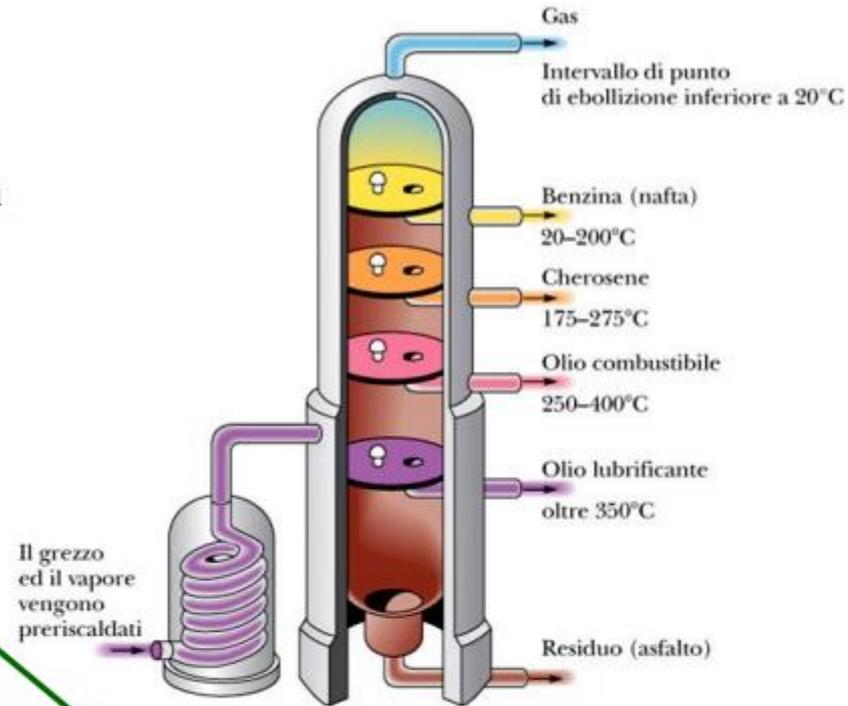
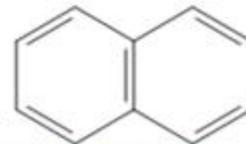
ALCHINI
un triplo legame

ALCHENI
un doppio legame

BENZENICI
un anello benzenico



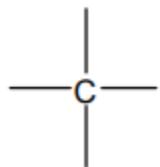
POLICICLICI
più anelli benzenici uniti



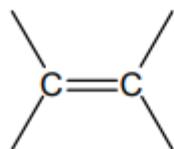
Gruppi funzionali e classi di composti organici (1)

Gruppi funzionali: gruppi di atomi legati in maniera definita che mostrano caratteristiche chimiche e fisiche ben definite

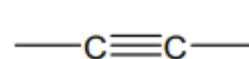
- Permettono di suddividere i composti organici in classi diverse
- Sono siti di reazioni chimiche caratteristiche
- Servono come base per la nomenclatura



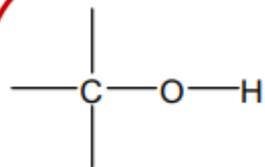
Alcani



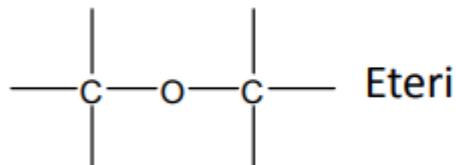
Doppio legame
Alcheni



Triplo legame
Alchini



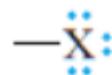
Gruppo ossidrilico
Alcoli e dioli



Eteri

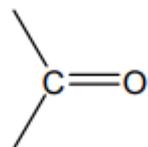


Epossidi

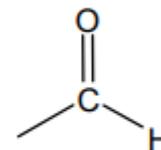


X = F, Cl, Br, I

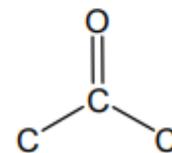
Alogenuri alchilici



Gruppo carbonile

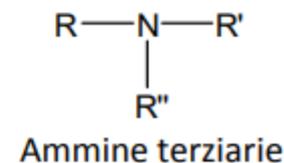
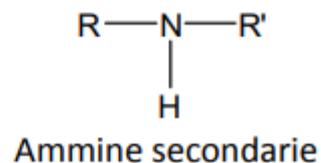
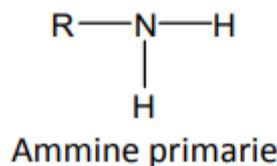
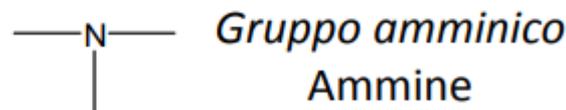
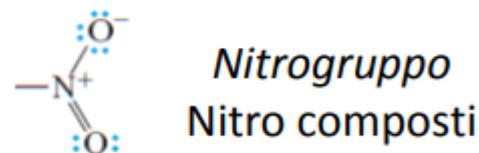
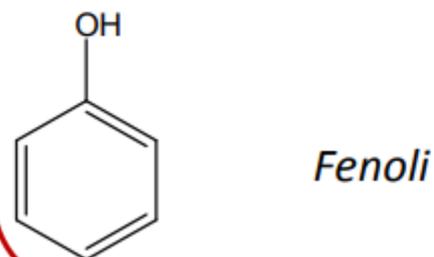
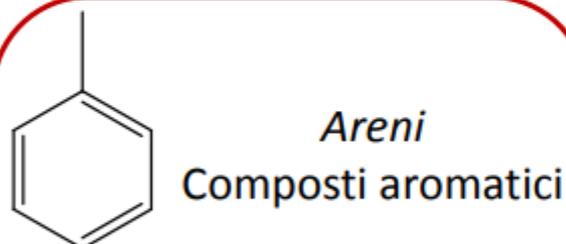
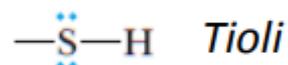
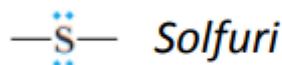
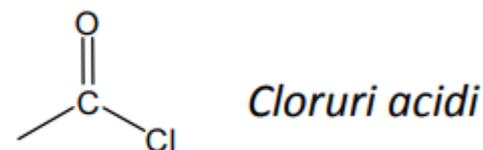
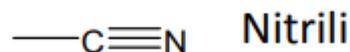
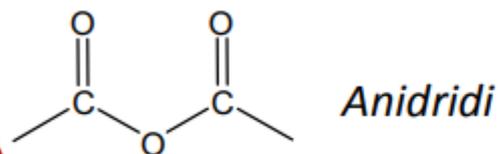
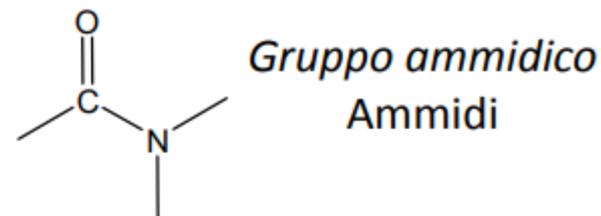
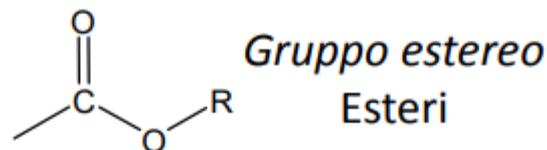
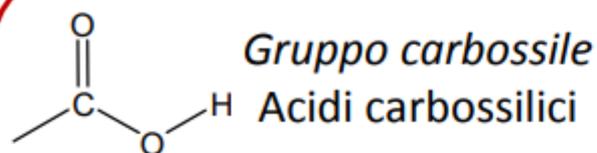


Aldeidi



Chetoni

Gruppi funzionali e classi di composti organici (2)



CONCETTI CHIAVE

- La **chimica organica** viene definita come la chimica dei composti del carbonio. Molti dei composti organici differiscono dai composti inorganici per i seguenti motivi: sono combustibili; hanno punti di fusione e di ebollizione inferiori; sono insolubili in acqua; le reazioni in cui sono coinvolti avvengono tra molecole piuttosto che tra ioni; le molecole possono contenere molti atomi; le molecole hanno strutture complesse.
- Nei composti organici generalmente **l'atomo di carbonio forma quattro legami, l'azoto tre, l'ossigeno due e l'idrogeno uno.**
- Per i composti organici vengono utilizzate sempre le **formule di struttura** piuttosto che le formule molecolari, perché alla stessa formula molecolare può corrispondere spesso più di una formula di struttura.



• **Gli isomeri sono composti che hanno la stessa formula molecolare, ma diversa formula di struttura.**

• I quattro legami dell'atomo di carbonio sono diretti nelle tre dimensioni secondo **una struttura tetraedrica** con l'atomo di carbonio al centro del tetraedro e i quattro legami diretti verso i vertici.

• I composti organici possono essere suddivisi in **alifatici, aromatici ed eterociclici**. Questi ultimi contengono nell'anello elementi diversi dal carbonio.

• Il carbonio forma anche composti con altri elementi oltre che con idrogeno e ossigeno.

