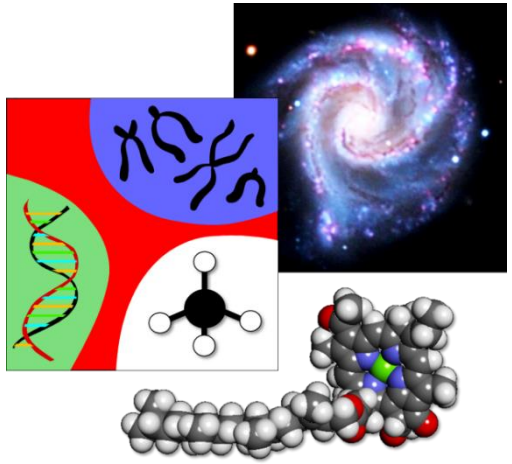
Cos'è la Chimica Organica?

C H N O



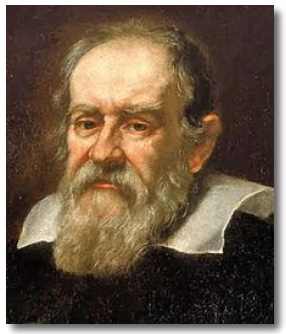
Prof. Giuseppe Gerardo Carbonara

La percezione della Chimica nella Società

- **Alcuni luoghi comuni (!?)**
  - **E' difficile da comprendere:** è **percepita**, a dispetto della natura «chimica» di tutto ciò che ci circonda e degli esseri viventi, **lontana dalle esigenze della vita quotidiana**.
  - **Non ha un «valore culturale alto»**: è strettamente **connessa al "solo" lavoro manuale**; la «***vera cultura si esprime col lavoro intellettuale***»**(?)**
  - **Il Chimico è un tecnico**: "**addestrato**" essenzialmente "**a eseguire operazioni**" più o meno sofisticate.
  - **La Chimica è una disciplina essenzialmente tecnologica**, legata soprattutto alle **esigenze produttive industriali**: **non sempre vista positivamente**, a causa dei **danni e disastri causati alle persone e all'ambiente**.
    - **SUPERQUARK: Il pregiudizio della Chimica** *(trasmissione andata in onda il 28/08/2008)*
    - **Ilva di Taranto , inquinamento da diossina e mortalità**
    - **Nel 2050 nei mari ci sarà più plastica che pesci**
    - **Terra dei fuochi**

Il Metodo scientifico

- La **Chimica Organica** è una **scienza sperimentale**: **didattica** e **studio non possono essere semplice trasmissione** o **apprendimento meccanico** dei **principi fondamentali**.
- Il **metodo galileiano** (***Galileo Galilei***):
  - ***Osservare un fenomeno***;
  - ***Formulare un'ipotesi***;
  - ***Verificarla con un esperimento determinante***;
  - ***Formulare un'eventuale teoria***.



Galileo Galilei
Pisa,15/2/1564
Arcetri, 08/1/1642

Tale metodo **non si può apprendere in poco tempo**, **studiando solo le teorie formulate da altri**.

- Per la **Chimica Organica** (***e per qualsiasi altra disciplina sperimentale***) il **metodo scientifico può essere praticato solo in laboratorio**.
- La **sensibilità sperimentale** si ottiene:
  - con la **conoscenza** delle **proprietà fondamentali** delle **diverse classi di composti organici**;
  - con la **comprensione** e la **pratica** delle **varie tecniche sperimentali di base**.

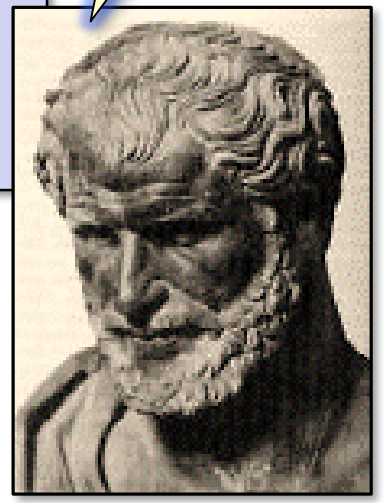
Un po' di Storia della Chi

*L'**Universo** è un **atto continuo di aggregazione** o **separazione degli atomi**, tenuti **in movimento perpetuo**.*

"Princìpi di tutte le cose sono gli atomi e il vuoto, e tutto il resto è opinione soggettiva."

"Circa il Piccolo Ordine del Mondo"

Democrito da Abdera (***460 - 370 A.C. circa***), allievo di **Leucippo** – ***filosofi ionici atomisti***



- **Secondo Democrito**:
  - La ***NATURA*** doveva essere costituita da un'**incessante movimento di piccole particelle di materia**, gli ***atomi*** (dal greco ***atomos*** = ***indivisibile***).
  - Gli ***ATOMI*** dovevano essere **indivisibili ed eterni**:
    - N**é creati né annichiliti**, ma ***immutabili;***
    - Dotati di ***massa, forma*** e ***grandezza diverse*****:** - gli **oggetti bianchi** fatti di ***atomi lisci***, quelli **neri** costituiti da ***atomi ruvidi***; - le **cose dolci** avevano ***atomi sferici***, invece **quelle amare *atomi spigolosi***; - la **materia dura** fatta di molti ***atomi compatti***, le **cose morbide** dovevano avere ***atomi più distanziati***.
  - Gli **atomi si muovevano nello spazio vuoto**, ***raggruppandosi se simili*** e ***allontanandosi se diversi***.

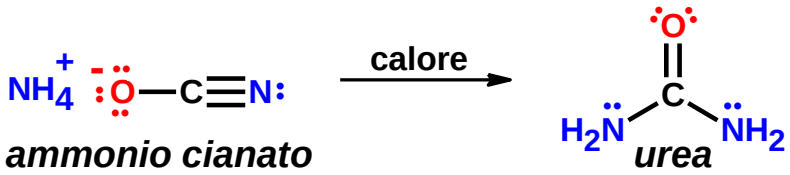
La Storia della Chimica Organica

- Eleonora Aquilini, Domenica Colombi, Carlo Fiorentini, Antonio Testoni -
(*Divisione di* ***Didattica della Chimica*** *della* ***Società Chimica Italiana***)

- **1700**: **Georg Ernst Stahl** (**1659–1734**) - Riteneva che ***la vita*** fosse ***un fenomeno speciale***, **non legato alle stesse leggi universali valide per gli oggetti inanimati**.
  - Secondo **Stahl per trasformare le materie inorganiche in materie organiche** era necessaria una ***forza vitale***, **presente solo nei tessuti viventi** (***teoria vitalista***).

- **1807: Jöns Jakob Berzelius** (**1779–1848**) - Propose di chiamare ***sostanze organiche*** quelle ***prodotte da organismi viventi*** (***es.*** *l'****olio d'oliva*** *e lo* ***zucchero***). Le ***sostanze caratteristiche dell'ambiente non vivente*** dovevano essere chiamate ***inorganiche*** (*es. l'****acqua*** *e il* ***sale***).

- **1828: Friedrich Wohler** (**1800–1882**) - Un **chimico tedesco** laureato in medicina nel **1823** presso l'**Università di Heidelberg** (*fondata nel 1386*), **allievo di Berzelius**, ***sconvolse la teoria vitalista***.
  - Per **evaporazione dell'acqua di una soluzione acquosa** di ***ammonio cianato*** (**$NH_4^+NCO^-$**), una ***sostanza puramente inorganica***, ottenne la ***formazione di urea***, un ***tipico composto organico*** prodotto dall'***attività renale degli animali***.



ammonio cianato ***urea***

*) Es sind hiebei die neuen Atomengewichte von Berzelius zum Grunde gelegt; also ist N=88,518, C=76,437, H=6,2398, O=100,000, Wasser (Ḣ)=112,479, cyansaures Ammoniak =ṄH³+ĊṄO und Harnstoff =ṄH³+ĊṄO+Ḣ.

Questo risultato rappresentò la ***prima prova contro la teoria della forza vitale*** e apriva la via alla ***chimica organica sintetica***.

Dante, *Divina Commedia, Inferno, canto I*:
"Nel mezzo del cammin di **nostra vita** mi ritrovai per una **selva oscura** ché **la diritta via era smarrita**.
Ahi quanto a dir qual era è cosa dura **esta selva selvaggia e aspra e forte che nel pensier rinova la paura!"**

La storia dell[illegible]a

- **1835:** ***sette anni dopo*** la sua «**scoperta accidentale»**, in una lettera a J.J. Berzelius (*28 Gennaio 1835*), **Wohler scriveva**:

  "*La **chimica organica è oggi tale da condurre un uomo fuori di senno**. Essa **produce in me l'impressione di una primitiva foresta tropicale**, riempita di cose interessanti e di una **mostruosa e illimitata vegetazione** dalla quale è impossibile districarsi e **in cui è pauroso entrare***".

- **1859: la definizione di "*composti organici*" perse il suo significato originale per assumere quello definitivo**, legato alla ***necessità di classificare*** in modo più conveniente e più descrittivo i "***composti del carbonio***".

  Il chimico tedesco **August Kekulè (1829–1886)** formulò la **nuova definizione di Chimica Organica**:

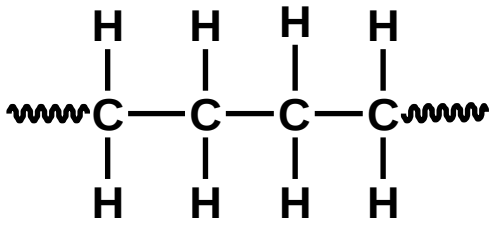
  "*Noi definiamo **Chimica Organica** la **chimica dei composti del carbonio***".

- **1860:** Si sviluppò la ***teoria strutturale***, basata sul solo **ragionamento induttivo**, relativa all'**organizzazione degli atomi nelle molecole** e alla **forma delle stesse**.

  E' considerata una delle maggiori conquiste dell'intelletto umano.

  Fu proposta contemporaneamente da **Kekulè** in Germania e da **Archibald Scott Couper** in Francia, dove dal 1856 frequentava il laboratorio privato di **Charles Adolphe Wurtz** presso la facoltà di medicina di Parigi.

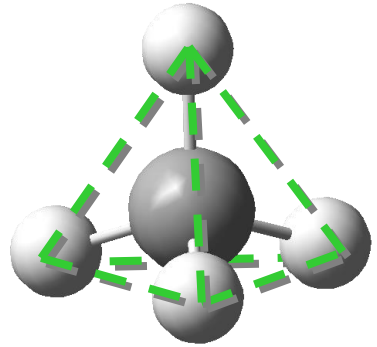
  Essi **ipotizzavano** che **gli atomi, nelle molecole, fossero tenuti insieme da legami** e che nei **composti organici** esistessero **forti legami carbonio-carbonio**, che giustificavano l'esistenza di **grandi molecole formate da molti atomi di carbonio concatenati tra di loro**.



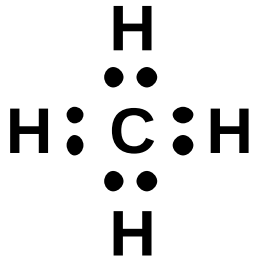
struttura di Kekulé

La storia della Chimica Organica

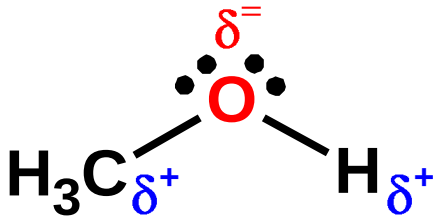
- **1875: van't Hoff** e **LeBel** ipotizzarono, in modo indipendente, la **disposizione spaziale tridimensionale** (***3D***) **delle molecole organiche**.
  - L'atomo di **carbonio,** come nel ***metano*** **CH_4, avrebbe formato quattro legami identici con angoli uguali nello spazio, diretti verso i vertici di un tetraedro regolare, con l'atomo di carbonio posto al centro**.
  - L'**ipotesi** è stata **provata sperimentalmente** e **su di essa si basa l'intero studio della chimica organica**.
- **1917: Lewis** affermò che i **legami chimici** sono **costituiti da coppie di elettroni condivisi tra due atomi**, in modo da rispettare la ***regola dell'ottetto*** (***ossia ogni atomo, tra elettroni di legame e non condivisi, può avere solo otto elettroni***).
  - La teoria **permetteva di razionalizzare la natura e il meccanismo delle reazioni organiche**.
  - Una **reazione chimica** che **comporta** la **rottura di alcuni legami** e la **formazione di nuovi legami** non può essere spiegata senza prima **comprendere come è fatto un legame chimico**.
- **1931: Linus Pauling** (1901-1994) Premio Nobel per la Chimica nel 1954 e per la Pace nel 1962] introdusse la ***meccanica quantistica***, un insieme di ***regole teoriche matematiche*** (***orbitali atomici*** e ***molecolari***), a sostegno della **descrizione del legame chimico avanzata da Lewis**.
  - Tali regole danno informazioni su**: forza dei legami** e **distribuzione degli elettroni tra due atomi** (***elettronegatività*** *e* ***polarità***), **angoli di legame**, **relazione tra numeri quantici degli elettroni di legame** e **numero** e **disposizione spaziale dei legami stessi**, **variazioni di energia durante le reazioni chimiche**.
  - Le stesse regole ponevano le basi per la **Spettroscopia**.



Metano struttura 3D



struttura di Lewis



Metanolo

Natura della Chimica Organica

- La **CHIMICA** è la **SCIENZA** di **COME SONO FATTE LE COSE**.

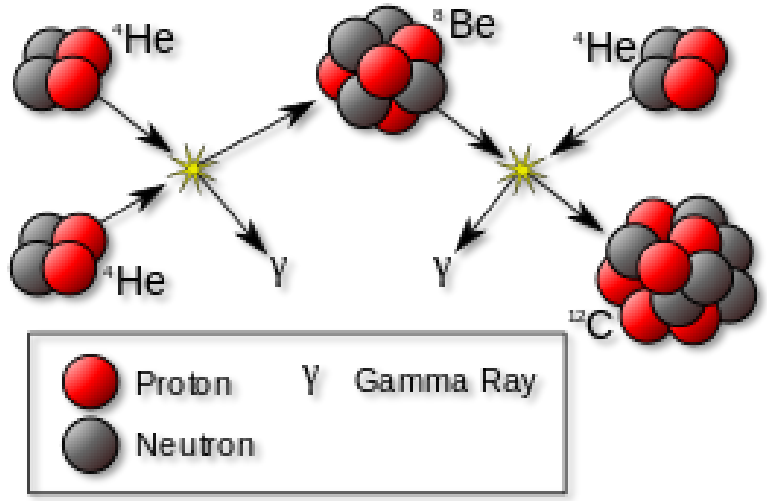
  Scopi:
  1) **esplorare la natura dei materiali che costituiscono il nostro ambiente fisico**;
  2) **determinarne strutture e proprietà**;
  3) **manipolarli e trasformarli**.

- La **più grande varietà di materiali che ci circonda è ORGANICA**.
  - **Composti organici**: sono composti con **uno** o **più atomi di carbonio** uniti tramite **legami covalenti** ad **atomi di carbonio** o di **altri elementi** - principalmente **idrogeno**, **ossigeno**, **azoto** e, in piccola parte con **silicio**, **zolfo**, **fosforo**, **alogeni**, **metalli**.
  - Tra i **pochi composti del carbonio classificati** come «**inorganici**» ci sono i **carburi** (es. CaC_2), i **carbonati** (es. $CaCO_3$) e i **cianuri** [es. $Ca(CN)_2$)].
  - I composti organici formati da **carbonio e idrogeno** sono detti ***idrocarburi*** e gli **atomi diversi** sono indicati come ***eteroatomi***; la loro presenza conferisce alle molecole **proprietà** e **reattività tipiche**. Gli eteroatomi costituiscono i ***gruppi funzionali*** e i **composti sono suddivisi in classi a seconda del gruppo** o **dei gruppi funzionali** presenti nella molecola.

Natura della Chimica Organica

- Caratteristica dei **materiali organici**: contengono **Carbonio**.
- **Qual è l'origine del Carbonio**?

Il processo tre alfa nelle stelle.



- E' una **reazione di fusione nucleare dell'elio**, che **avviene all'interno di stelle in uno stadio di evoluzione avanzato**, dove l'**elio** si è accumulato al centro della stella, prodotto dalla **catena protone-protone** e dal **ciclo del carbonio-azoto**.

I **nuclei di elio** (***particelle alfa***) sottoposti a **pressioni elevate** e a **temperature superiori a 100.000.000 K (99.999.726,85 °C) fondono per formare ^{8}Be**:

$^{4}He + {}^{4}He \leftrightarrow {}^{8}Be$ (-93,7 keV) ***endotermica***

- Il **^{8}Be** così prodotto è **instabile** e **decade in due nuclei** di **^{4}He** in $2{,}6\times10^{-16}$s. Nelle condizioni date, la fusione di un piccolo eccesso di **^{8}Be** con un'altra ***particella alfa*** (**^{4}He**) produce **^{12}C**.

$^{8}Be + {}^{4}He \leftrightarrow {}^{12}C + \gamma$ (+ 7,367 MeV) ***esotermica***

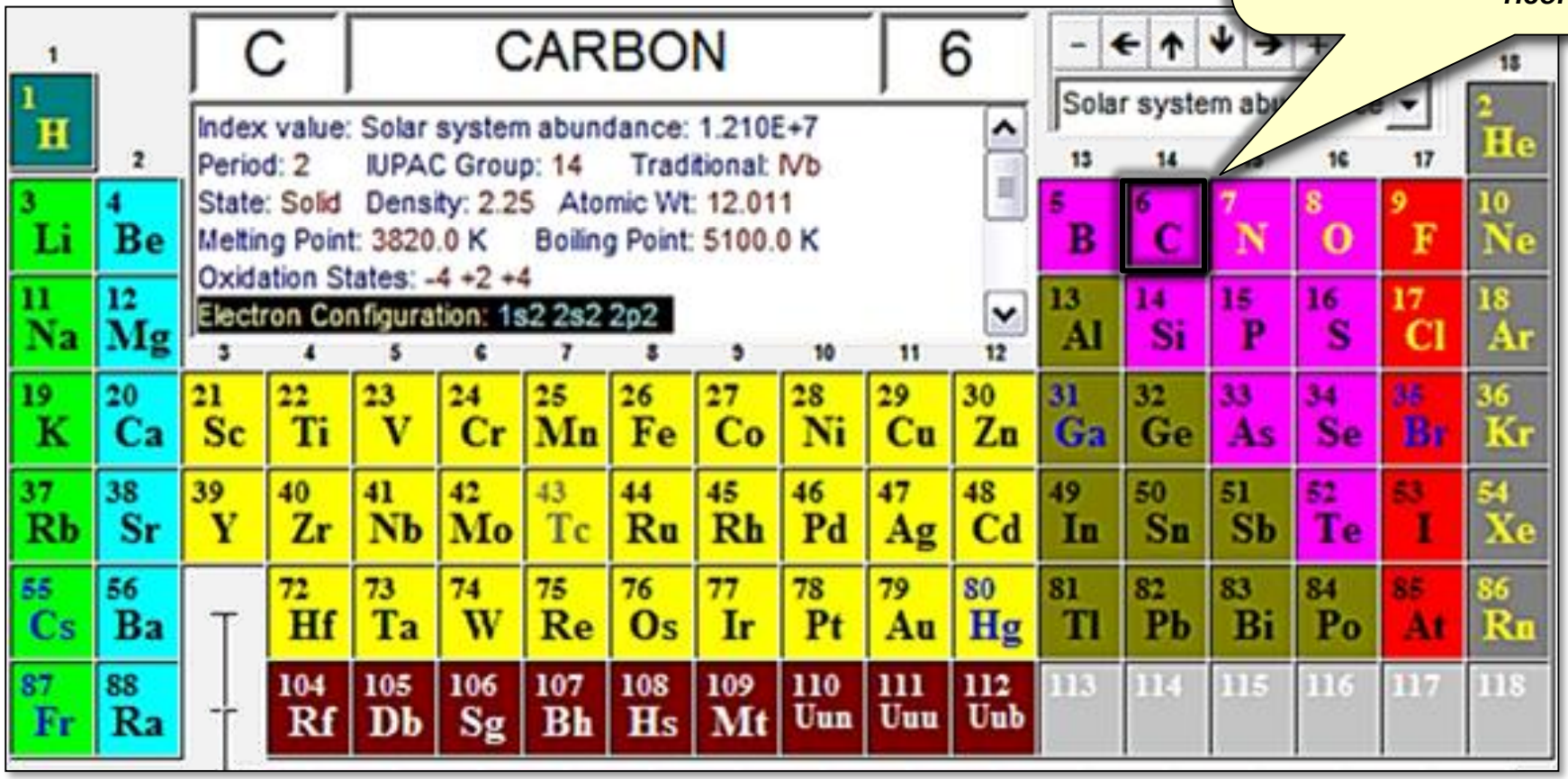
- La **CHIMICA ORGANICA sulla Terra** è la **Chimica dei composti del Carbonio** (**catene di atomi di carbonio**):
  - ***un numero vastissimo*** di ***composti organici conosciuti***;
  - ***un numero praticamente illimitato***;
  - possono essere ***di origine naturale*** o ***sintetica***, cioè ***creati artificialmente in laboratorio***.

La Chimica del Carbonio

- **Cosa rende il Carbonio tanto speciale?**
- **Perché ci sono tanti composti che contengono carbonio?**

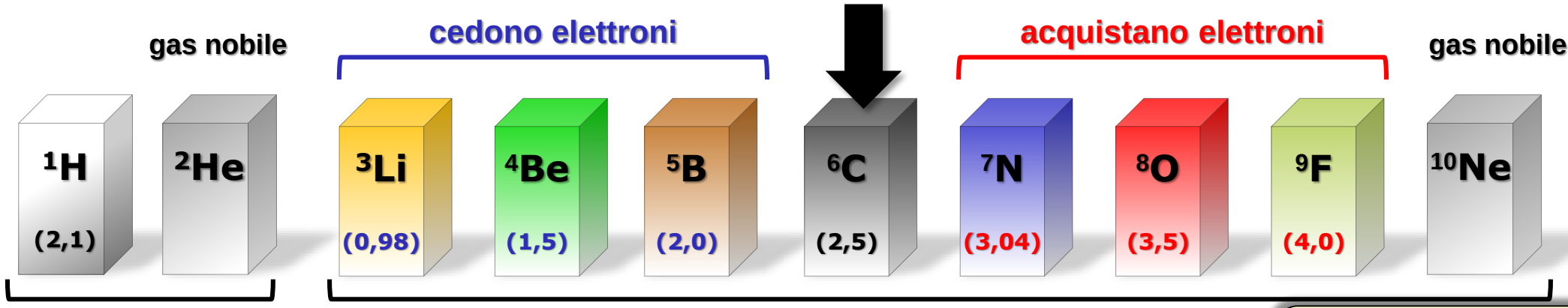
La sua **posizione nella Tavola Periodica.**

*La T.P. è una **tabella degli elementi chimici** ordinati in base al loro **numero atomico** (**numero di protoni nel nucleo**), della **configurazione elettronica** e delle **proprietà chimiche ricorrenti**.*



La Chimica del Carbonio

- **Cosa rende il Carbonio tanto speciale?**
- **Perché ci sono tanti composti che contengono carbonio?**



La ***misura relativa*** della ***capacità di un atomo*** impegnato in un legame covalente di ***attrarre verso di se (polarizzare) gli elettroni di legame***.

- Il **Carbonio** è posto al **centro della 2ª riga**.
  - E' **più propenso a condividere gli elettroni**, ***invece di cederli*** *o* ***accettarli facilmente***, **per formare legami stabili**.
  - **Forma legami con altri atomi di carbonio** *e* **con molti altri tipi di atomi** (***gruppi funzionali***), **generando milioni di composti stabili** (***20.000.000 sintetizzati in circa 150 anni***), a ognuno dei quali deve essere possibilmente assegnato un **nome univoco** (***nomenclatura IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry***).

La Chimica del Carbonio

Metano CH_4

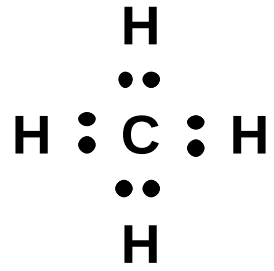
C ibridato ***sp_3***

4 legami covalenti C-H non polari di **lunghezza 1,1 Å**
(***4 orbitali molecolari sigma Csp³-Hs***)

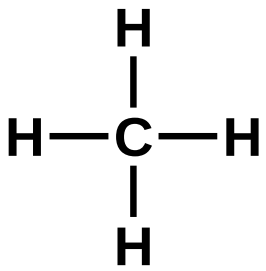
orientati verso i vertici
di una **piramide regolare** (***tetraedro***)
con **angoli di legame ≈ 109° 5'**

Proprietà chimico-fisiche

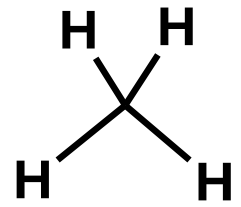
P.M. 16,04; p.e. −161,4 °C; p.f. −182,7 °C



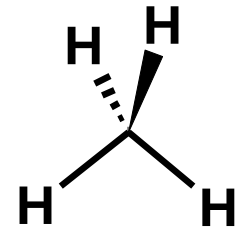
struttura di Lewis



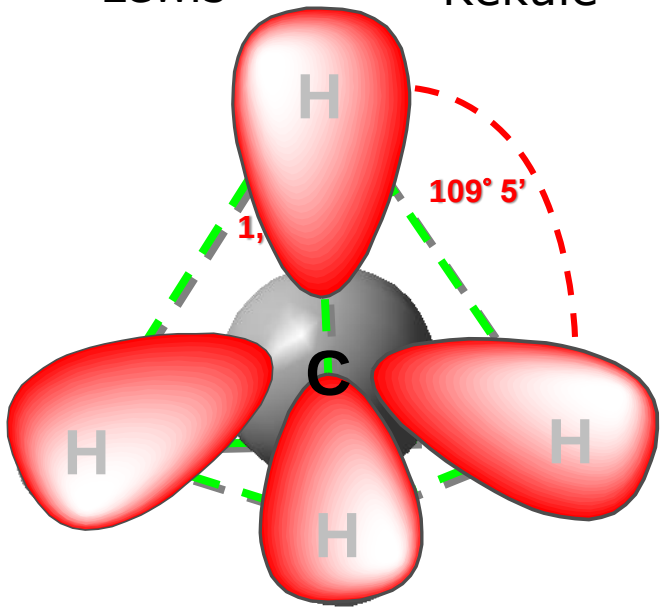
struttura di Kekulé



struttura a linee



struttura prospettica



Rappresentazione *balls&sticks*

Combustione del metano

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

legami covalenti scissi: **4 C-H + 2 O=O**

legami covalenti formati: **2 C=O + 4 O-H**

$\Delta H = -[\Sigma (H_{legami\ formati}) - S (H_{legami\ scissi})] =$

$-[(384 + 444) - (396 + 238)] =$

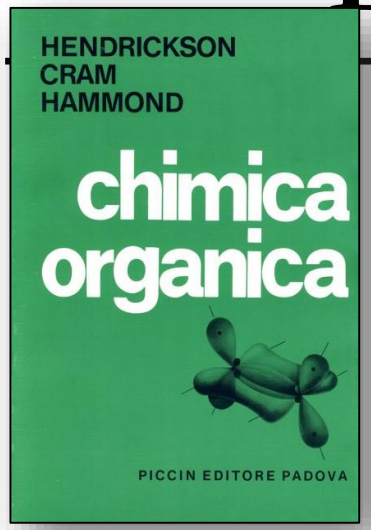
- 194 kcal/mol (***si libera come calore***)

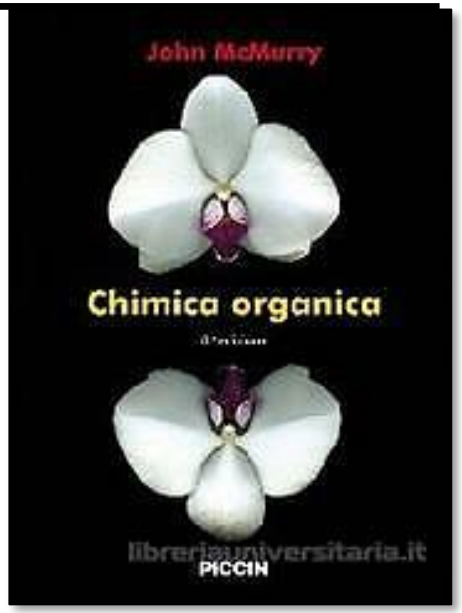
La Chimica del Carbonio

❖ **Proprietà chimico-fisiche degli idrocarburi**

N° di carboni	Formula molecolare	Nome	Struttura condensata	Punto di ebollizione (°C)	Punto di fusione (°C)	Densità (g/mL) a 20 °C	Stato fisico
1	CH_4	metano	CH_4	—167,7	—182,5		gas
2	C_2H_6	etano	CH_3CH_3	—88,6	—181,76		
3	C_3H_8	propano	$CH_3CH_2CH_3$	—42,1	—187,6		
4	C_4H_{10}	butano	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	—0,5	—138,4		
5	C_5H_{12}	pentano	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	36,1	—129,8	0,5572	liquido
6	C_6H_{14}	esano	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	68,7	—95,3	0,6603	
7	C_7H_{16}	eptano	$CH_3(CH_2)_5CH_3$	98,4	—90,6	0,6837	
8	C_8H_{18}	ottano	$CH_3(CH_2)_6CH_3$	127,7	—56,8	0,7026	
9	C_9H_{20}	nonano	$CH_3(CH_2)_7CH_3$	150,8	—53,5	0,7177	
10	$C_{10}H_{22}$	decano	$CH_3(CH_2)_8CH_3$	174,0	—29,7	0,7299	
11	$C_{11}H_{24}$	undecano	$CH_3(CH_2)_9CH_3$	195,8	—25,6	0,7402	
12	$C_{12}H_{26}$	dodecano	$CH_3(CH_2)_{10}CH_3$	216,3	—9,6	0,7487	
13	$C_{13}H_{28}$	tridecano	$CH_3(CH_2)_{11}CH_3$	235,4	—5,5	0,7546	
….	….	….	….	….	….	….	
20	$C_{20}H_{42}$	icosano	$CH_3(CH_2)_{18}CH_3$	343,0	36,8	0,7886	solido
21	$C_{21}H_{44}$	eneicosano	$CH_3(CH_2)_{19}CH_3$	356,5	40,5	0,7917	
….	….	….	….	….	….	….	
30	$C_{30}H_{62}$	triacontano	$CH_3(CH_2)_{28}CH_3$	449,7	65,8	0,8097	

La Chimica Organica per Moduli





Cap. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 18bis, 19, 20, 21, 22, 23, 24

Struttura e Reattività

Chimica Organica
J. McMurry, 8ª ed.
Piccin 2013
Cap. 1

- Alcani, Alcheni, Alchini, ecc.
Benzene e derivati
- Derivati contenenti gruppi funzionali

COS'E' LA CHIMICA ORGANICA?

Struttura dei Composti Organici e Caratteristiche Chimico-Fisiche.

Cap. 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14, 17 (ac/bas), 20 (ac/bas), 22 (tautom), 24 (ac/bas), 26 (ac/bas), App. A, B

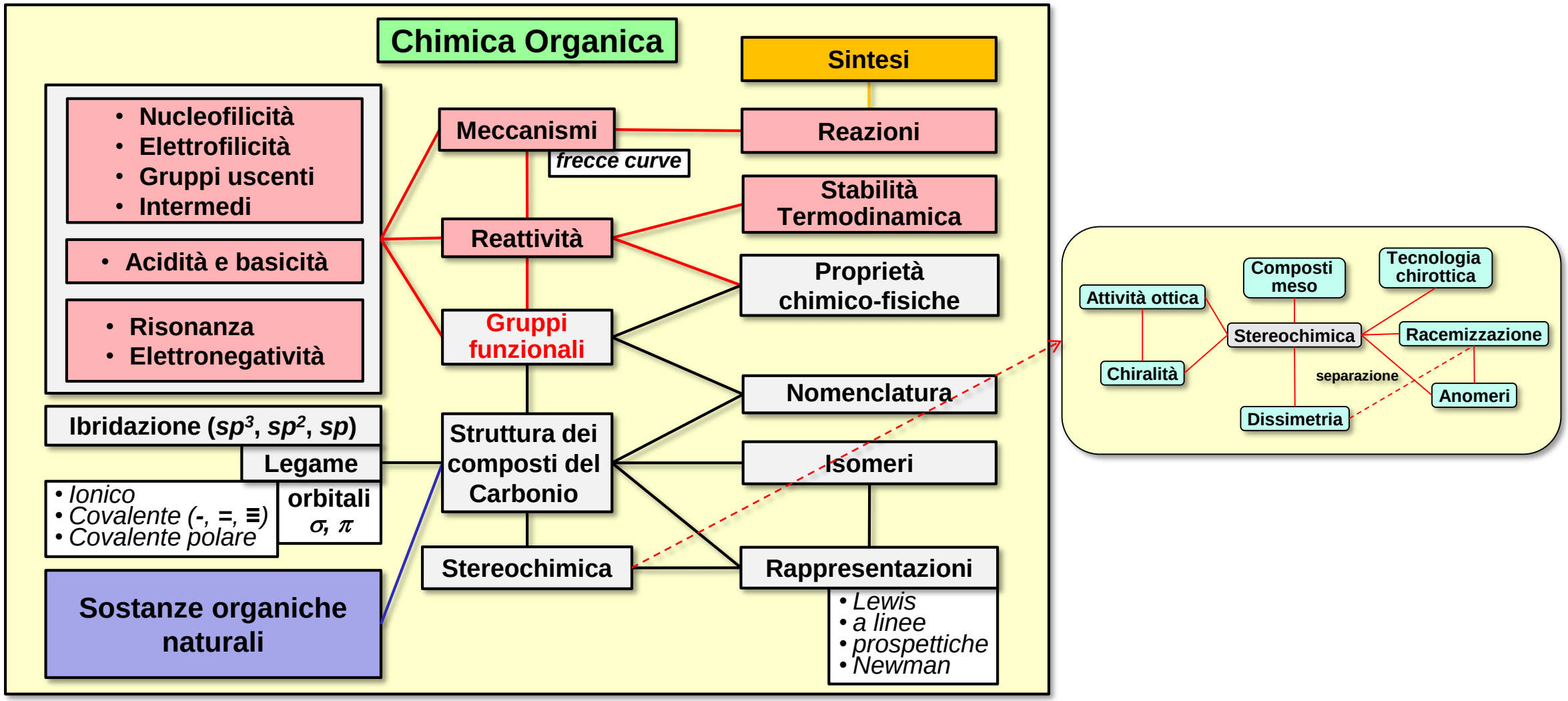
Sintesi dei Composti Organici (Sicurezza in Laboratorio e Rispetto per l'Ambiente).

Cap. 9.9

Molecole della vita, Salute, Materiali.

Cap. 25, 26, 27, 28

La mappa concettuale della Chimica Organica



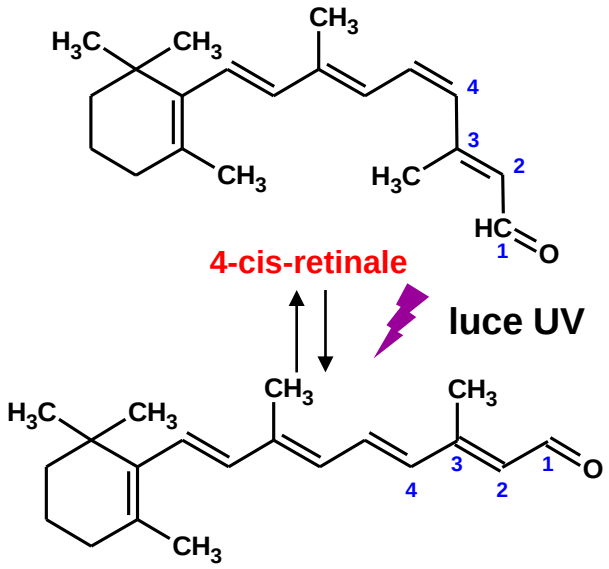
La Chimica Organica siamo noi

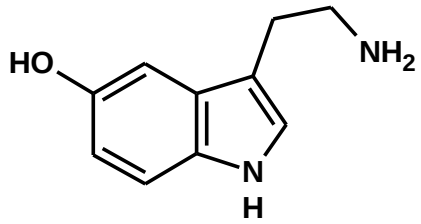
Siamo già tutti
chimici organici esperti
…e non lo sappiamo*!?*

Un esempio: nel **processo della visione** gli occhi utilizzano una **molecola organica**, la ***4-cis-retinale***, un derivato della ***vitamina A*** (***4-cis-tretinolo***), che **assorbe energia mediante la luce che colpisce la retina** per trasformarsi in ***tutto-trans-retinale***.

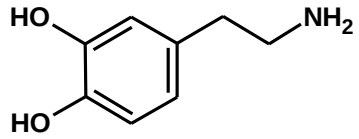
Le **informazioni luminose** catturate dalla ***retina*** (***percezione di luminosità***, ***contrasto-acuità visiva***, ***percezione del colore rosso-verde*** e ***campi visivi***) sono **trasmesse al cervello come segnale elettrico**, attraverso il **nervo ottico**.

La **trasmissione nervosa** è mediata da altre **sostanze organiche** dette ***mediatori chimici*** o ***neurotrasmettitori***.

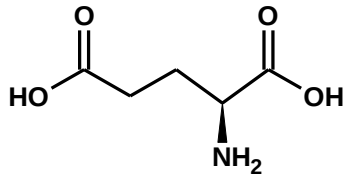




Serotonina
un neurotrasmettitore



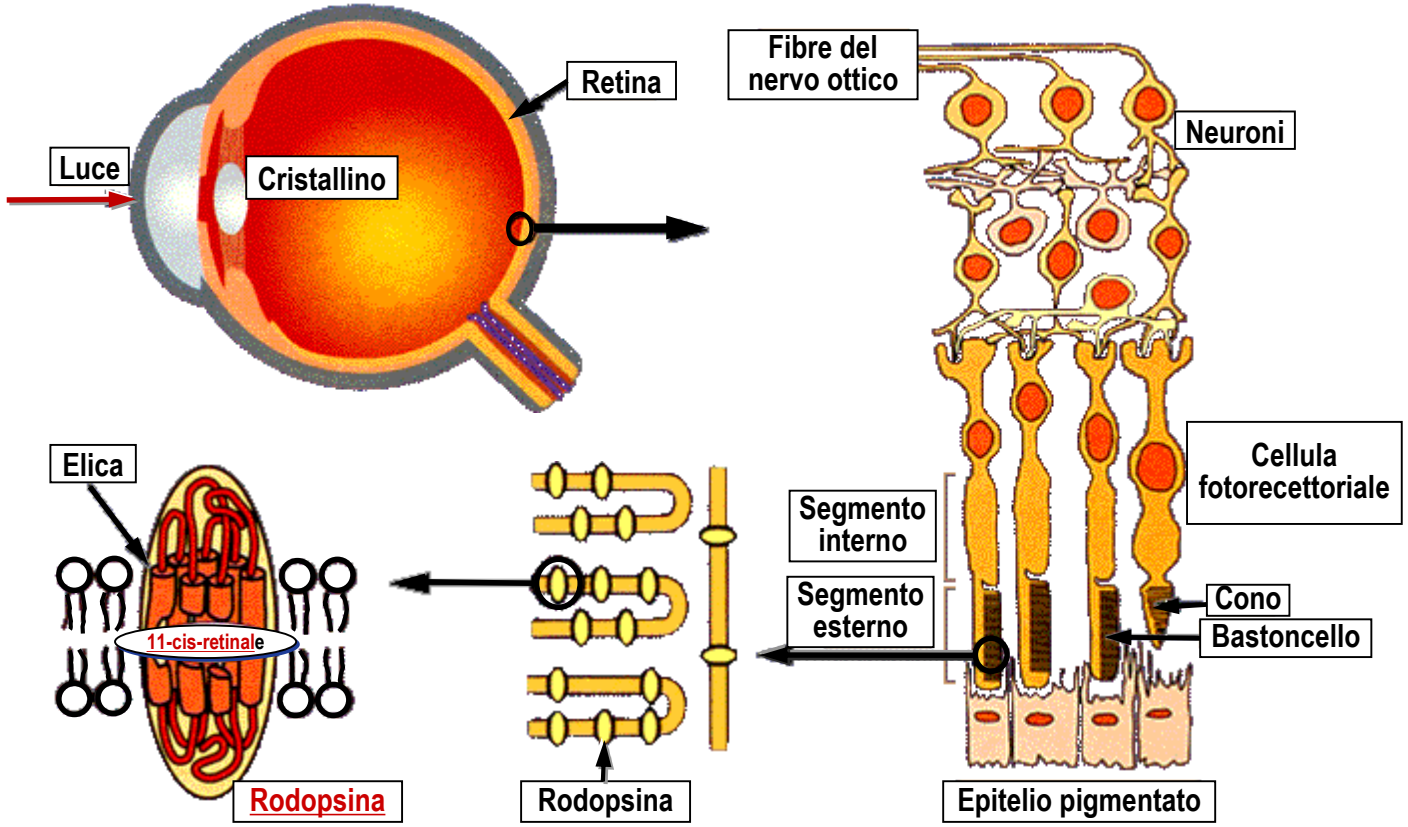
Dopamina
un neurotrasmettitore



Acido glutammico
un neurotrasmettitore

La Chimica Organica siamo noi

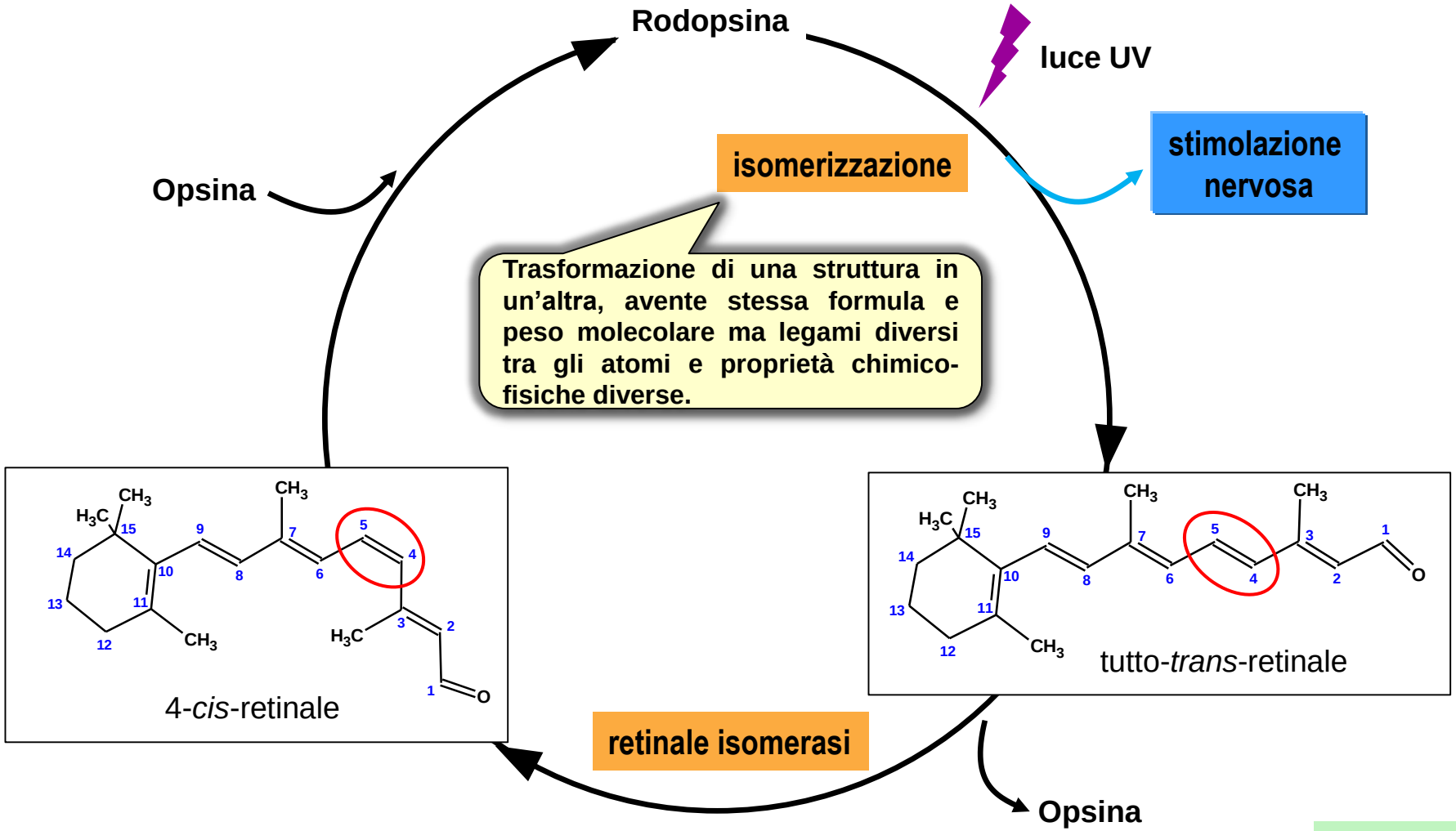
❖ Fotochimica della visione (tratto da: http://www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/groups/GS/eye.html)



- La **Rodopsina** è **una proteina di membrana** delle **cellule fotorecettoriali della retina** dell'occhio, che catalizza l'unico **stadio sensibile alla luce nel processo visivo**. Il ***cromoforo* 11-*cis*-retinale** è **situato in una cavità della proteina** e, quando **assorbe luce**, viene **isomerizzato** al ***tutto-trans*-retinale**. L'**isomerizzazione del retinale causa una variazione conformazionale della rodopsina** che fa scattare una **cascata di reazioni che producono un impulso nervoso**, **trasmesso alla corteccia visiva cervello dal nervo ottico**.

La Chimica Organica siamo noi

❖ Ciclo della visione



Natura della Chimica Organica

- La **Vita** è il **prodotto più sofisticato** della **Chimica Organica**:
  - è la **conseguenza processi bio-chimici continui**;
  - la **chimica è sempre presente**, dalla **composizione di una singola cellula** fino a un **intero organismo vivente**;
  - gli **esseri umani** sono fisicamente **costituiti da sostanze chimiche**, **vivono circondati da un elevato numero di composti chimici** e la **qualità della loro vita dipende da molti di questi composti**;
  - **tutti gli organismi viventi sono composti da numerose sostanze organiche**;
  - l'**evoluzione della vita sulla Terra** è **iniziata a partire da semplici composti organici** (***amminoacidi, basi azotate, zuccheri, acidi grassi***), chiamati ***mattoni della vita***;
  - la **chimica organica governa l'identità**, **l'ereditarietà e la capacità degli esseri viventi di riprodursi nelle generazioni successive**.

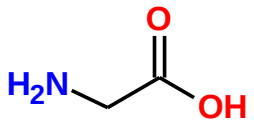
Natura della Chimica Organica

- I "*mattoni della Vita*"

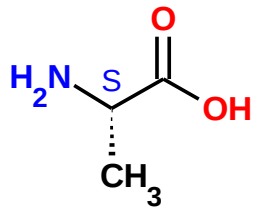
(*alcuni esempi*)

Costituenti delle proteine

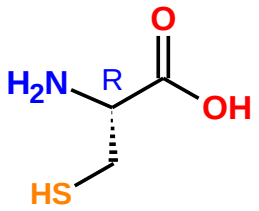
- Amminoacidi



Glicina (Gly, G)



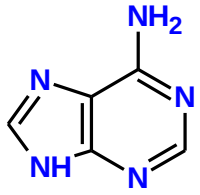
Alanina (Ala, A)



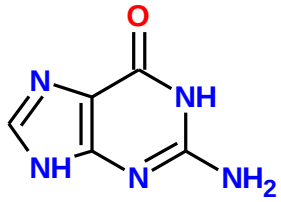
Cisteina (Cys, C)

- Basi azotate

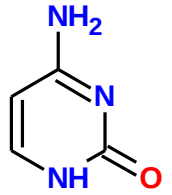
Costituenti degli acidi nucleici DNA ed RNA



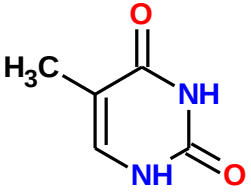
Adenina (A)



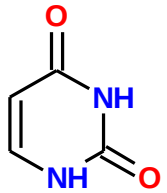
Guanina (G)



Citosina (C)

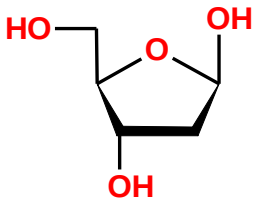


Timina (T)

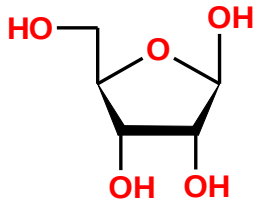


Uracile (U)

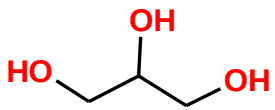
- Zuccheri



Deossiribosio



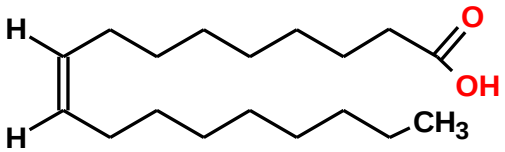
Ribosio



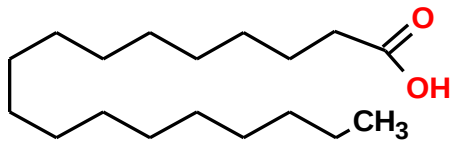
Glicerolo

Costituenti delle membrane cellulari

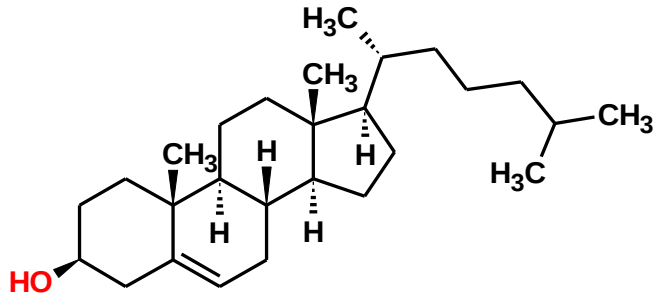
- Acidi grassi e lipidi



Acido oleico

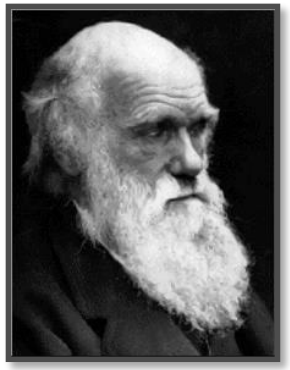


Acido stearico



Colesterolo

L'evoluzione: aumento della complessità chimica e biologica

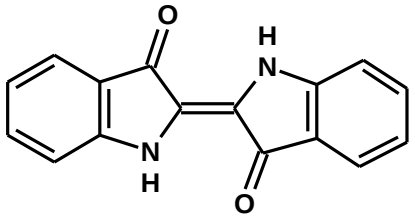


Charles Robert Darwin
1809 -1882

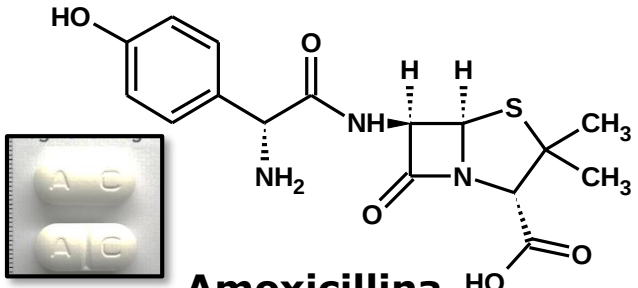
Natura della Chimica Organica

Nella **vita quotidiana**, qualunque cosa guardiamo, utilizziamo o consumiamo, rappresenta il **risultato della ricerca chimica che gli esseri umani hanno condotto per migliaia di anni**.

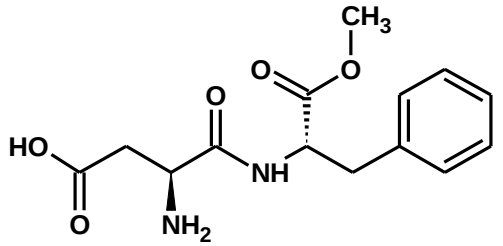
La **Chimica Organica** è **implicata ovunque**: dalla **colorazione degli abiti** ai **progressi in campo farmaceutico**, dalla **chimica degli alimenti** alla **forma dei computer**, dall'**agricoltura** alla **medicina legale**, fino alle **macchine molecolari** o gli **oled**.



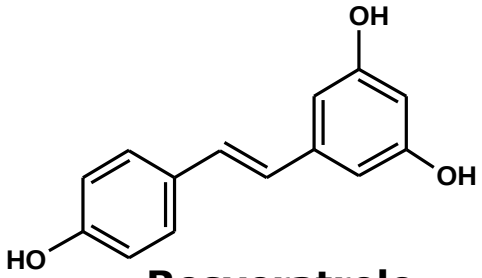
Indigo
il **colorante** dei blue jeans



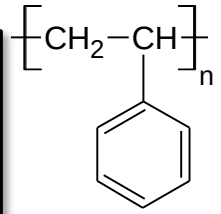
Amoxicillina
un **antibiotico** β-lattamico



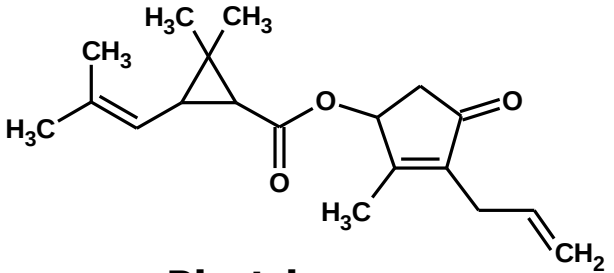
Aspartame
un **dolcificante**



Resveratrolo
un componente del **vino rosso**



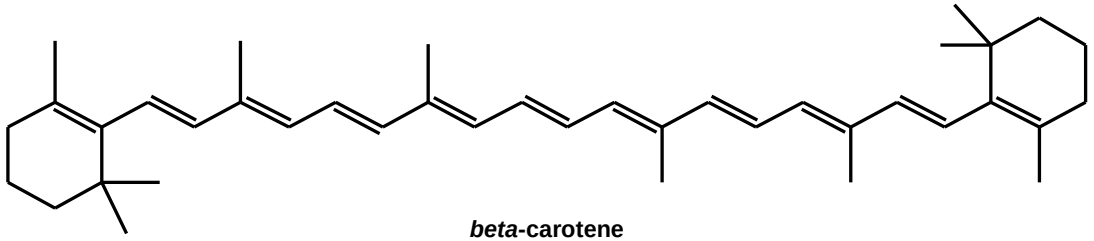
Polistirolo
un **polimero**



Piretrina
un **insetticida** naturale

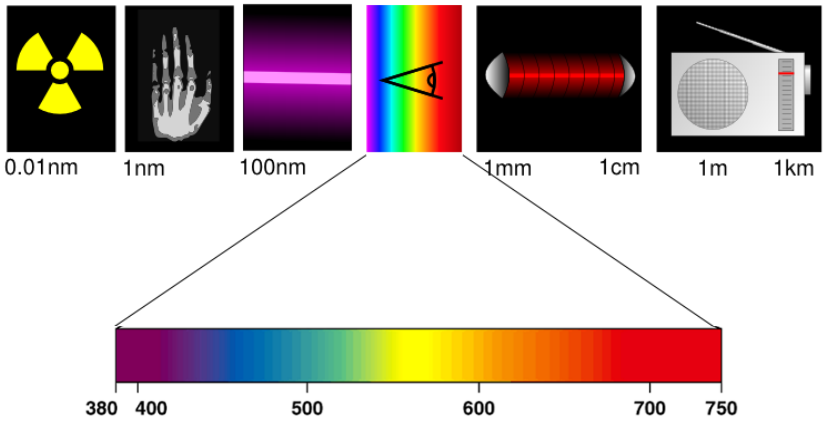
La Chimica Organica della Natura

La **Chimica Organica** è alla base del **colore delle piante**, dei **fiori** e della **frutta**.



***beta*-carotene**

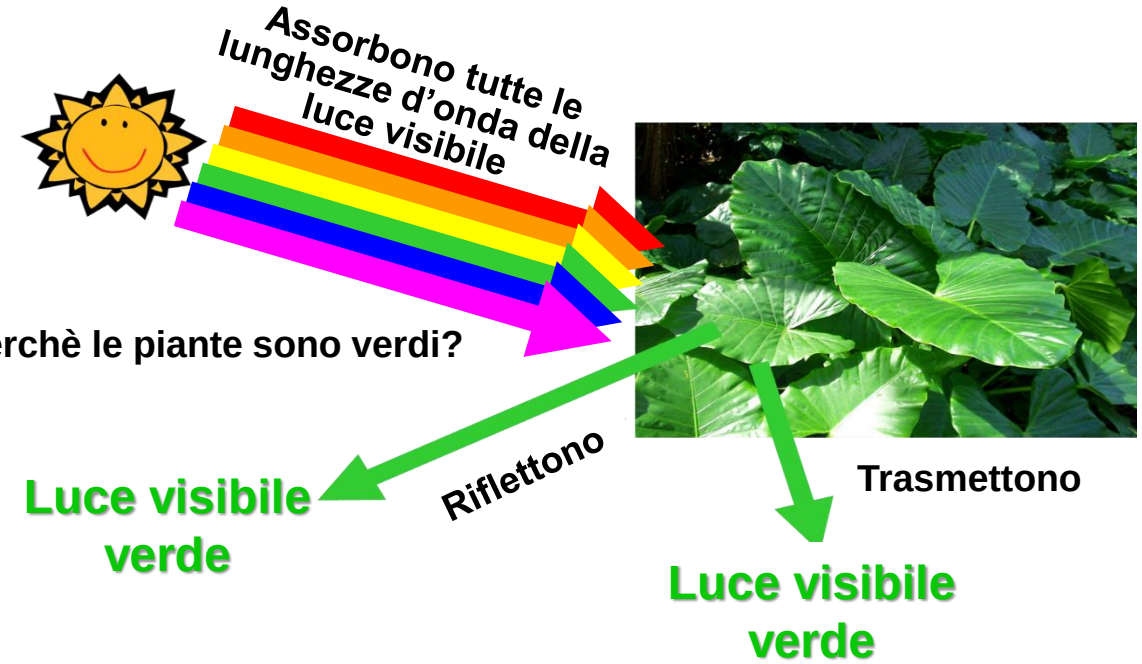
- **Spettro Elettromagnetico e Luce Visible**



Lunghezza d'onda (nm)

Il **colore** è dovuto alla **struttura chimica di alcune molecole** (***pigmenti***) che contengono **molti doppi legami coniugati (es. *beta*-carotene)**.

I **pigmenti assorbono alcune parti della luce visibile**, mentre **lasciano passare** o **riflettere** le **radiazioni luminose del colore visibile**.

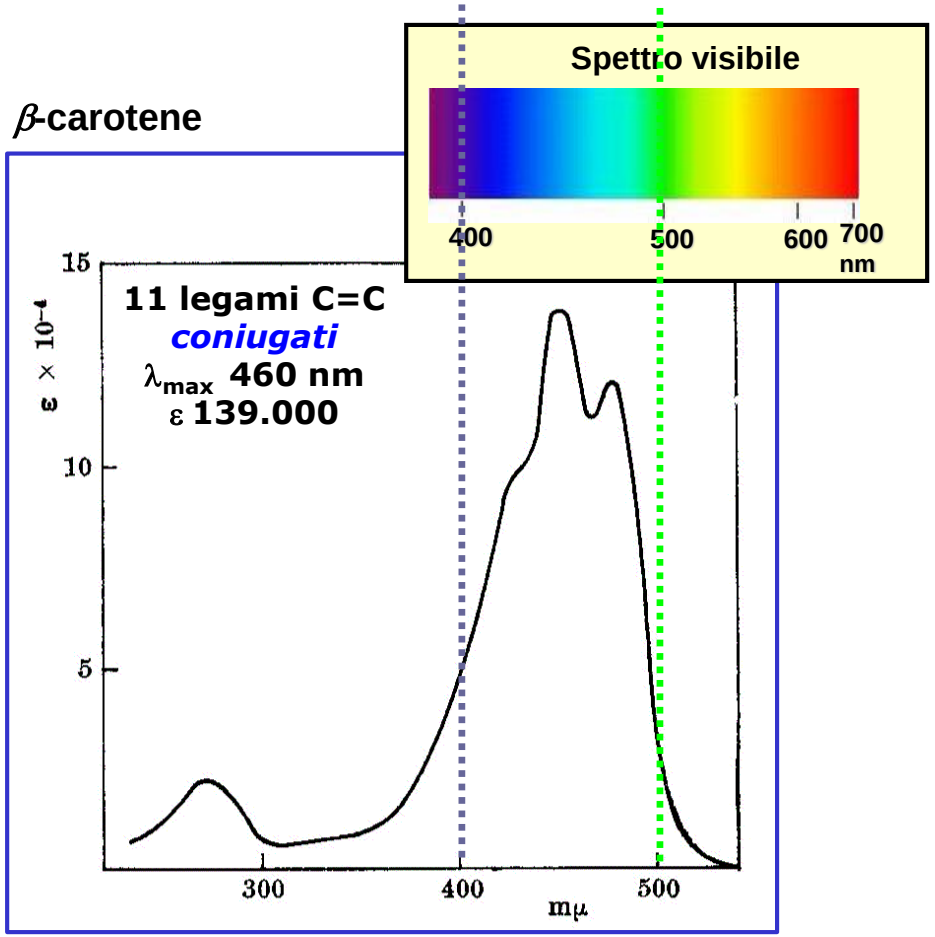


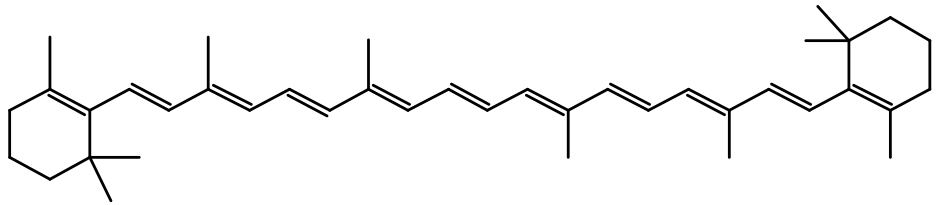
La Chimica Organica della Natura

- **I cloroplasti contengono diversi pigmenti**
  - ***Clorofilla a***
  - ***Clorofilla b***
  - ***Carotenoidi***

La Chimica Organica della Natura

❖ **Spettro Visibile (*Vis*) del *β*-carotene**



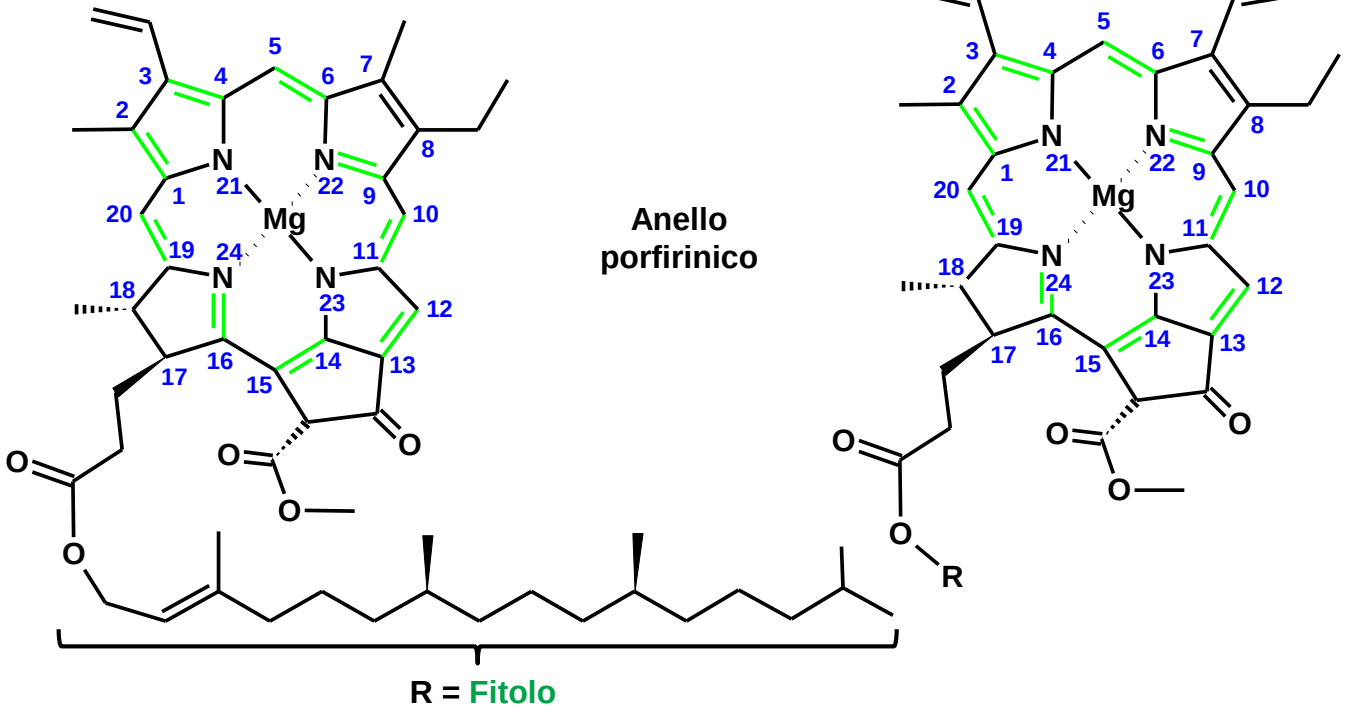


– **Assorbe luce visibile nell'intervallo 400-500 nm** (***blu-indaco***) e **lascia passare le altre radiazioni** (***giallo-rosso***)

La Chimica Organica della Natura

- La **clorofilla** è il pigmento più diffuso sulla Terra e serve come "trappola per la luce" e come cromoforo per il trasferimento dell'energia negli organismi fotosintetici.
  - Le **clorofille assorbono luce visibile nell'intervallo 400-500 nm** (***blu-indaco***) e **600-700 nm** (***rosso***) **e lasciano passare la luce verde tra 500 e 600 nm**.

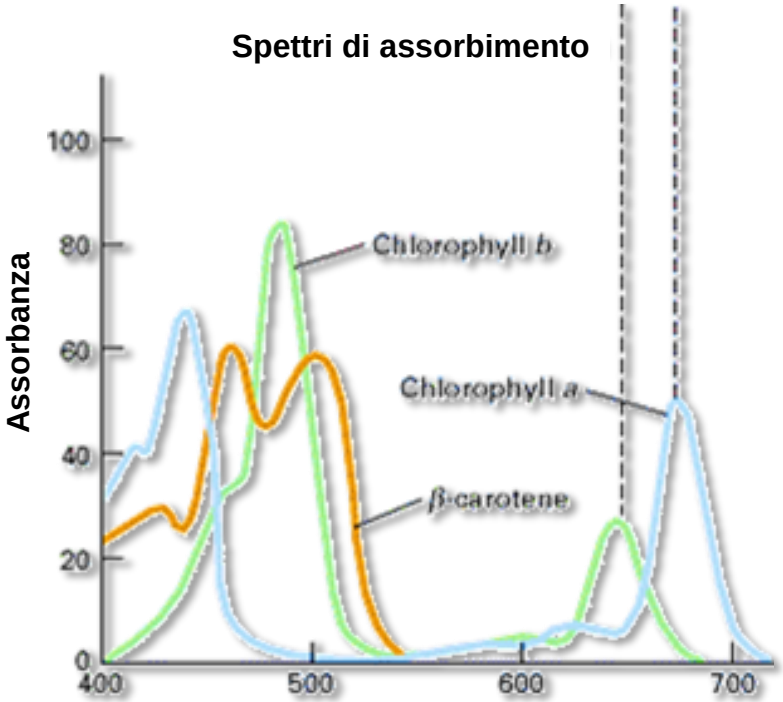
- **Clorofilla *a*: gruppo metilico –CH_3 in C-7**



Anello porfirinico

- **Clorofilla *b*: gruppo formilico –CHO in C-7**

Spettri di assorbimento



Nat a Organica

Farmaco: una **sostanza chimica** utilizzata nel **trattamento**, **cura**, **prevenzione** o **diagnosi di una malattia**. E' utilizzato anche per migliorare il **benessere fisico** o **mentale di una persona**.

- **La Chimica è fondamentale per la compr ione delle malattie e dei loro rimedi**, cioè dei **farmaci**.

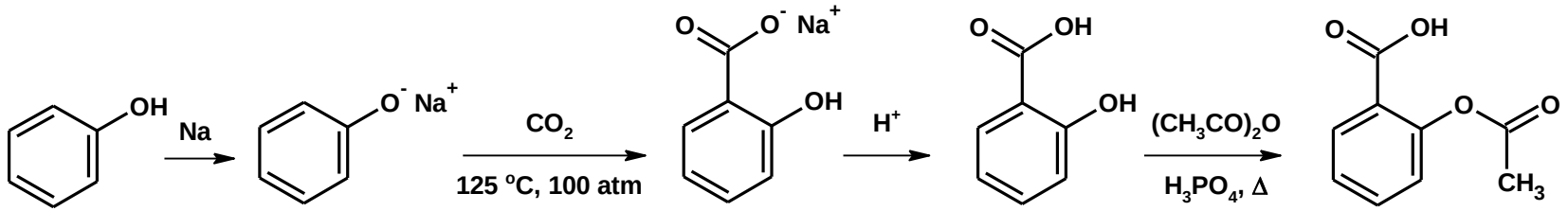
  I **farmaci** usati per curare le diverse malattie sono per la maggior parte **sostanze chimiche organiche**, e solo in minima parte inorganiche.

- L'**Aspirina** rappresenta probabilmente il **farmaco analgesico più noto e più usato**: struttura semplice e basso costo.

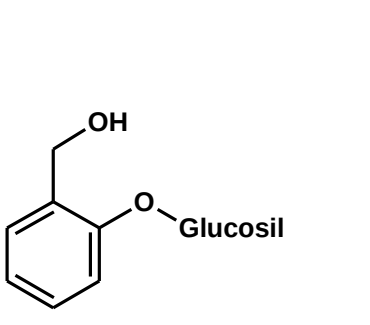
  Chimicamente l'Aspirina è nota come **acido acetilsalicilico**.

  Precursore dell'aspirina è la **salicina**, una ***sostanza di origine naturale*** ottenuta dalla corteccia degli alberi di salice bianco.

L'aspirina può essere anche sintetizzata facilmente a partire dal fenolo, con la ***reazione di Kolbe***.



fenolo — sodio fenato — sodio salicilato — acido salicilico

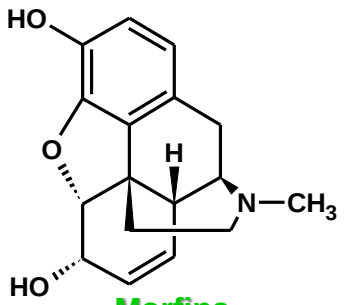


Salicina
Precursore dell'aspirina
Contenuta nella corteccia degli alberi di salice bianco

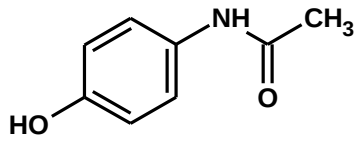
Aspirina
o Acido acetilsalicilico
analgesico, antipiretico, anti-infiammatorio, antireumatico, anti aggregante piastrinico

Natura della Chimica Organica

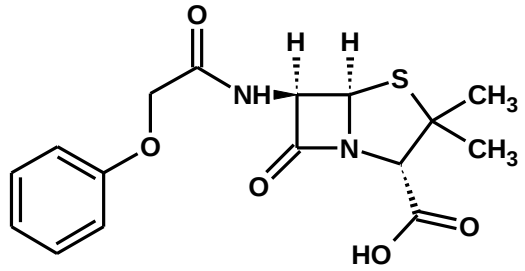
- Per **comprendere** e **conoscere in modo appropriato i farmaci è necessario imparare la Chimica Organica**.
- La **Chimica Organica è sempre presente**: nella **scoperta** e **sviluppo dei farmaci**; nella **produzione** e **conservazione**; nella **somministrazione** e negli **effetti curativi** o **tossici**.
- Per la **ricerca di nuovi farmaci** vengono esaminate **fonti appropriate**:
  - **Naturali**, *per esempio* gli ***analgesici narcotici***, come la **morfina**, ottenuta da ***Papaver somniferum***;
  - **Sintetiche**, *per esempio* il **paracetamolo** (***tachipirina***), un ***analgesico*** e ***antipiretico*** molto diffuso.
  - **Semi-sintetiche**, come le **penicilline semi-sintetiche**, ***antibiotici***, sintetizzate da precursori chimici ottenuti da colture di ***Penicillium***, un fungo.



Morfina
analgesico-narcotico
naturale



Paracetamolo
analgesico-antipiretico
sintetico



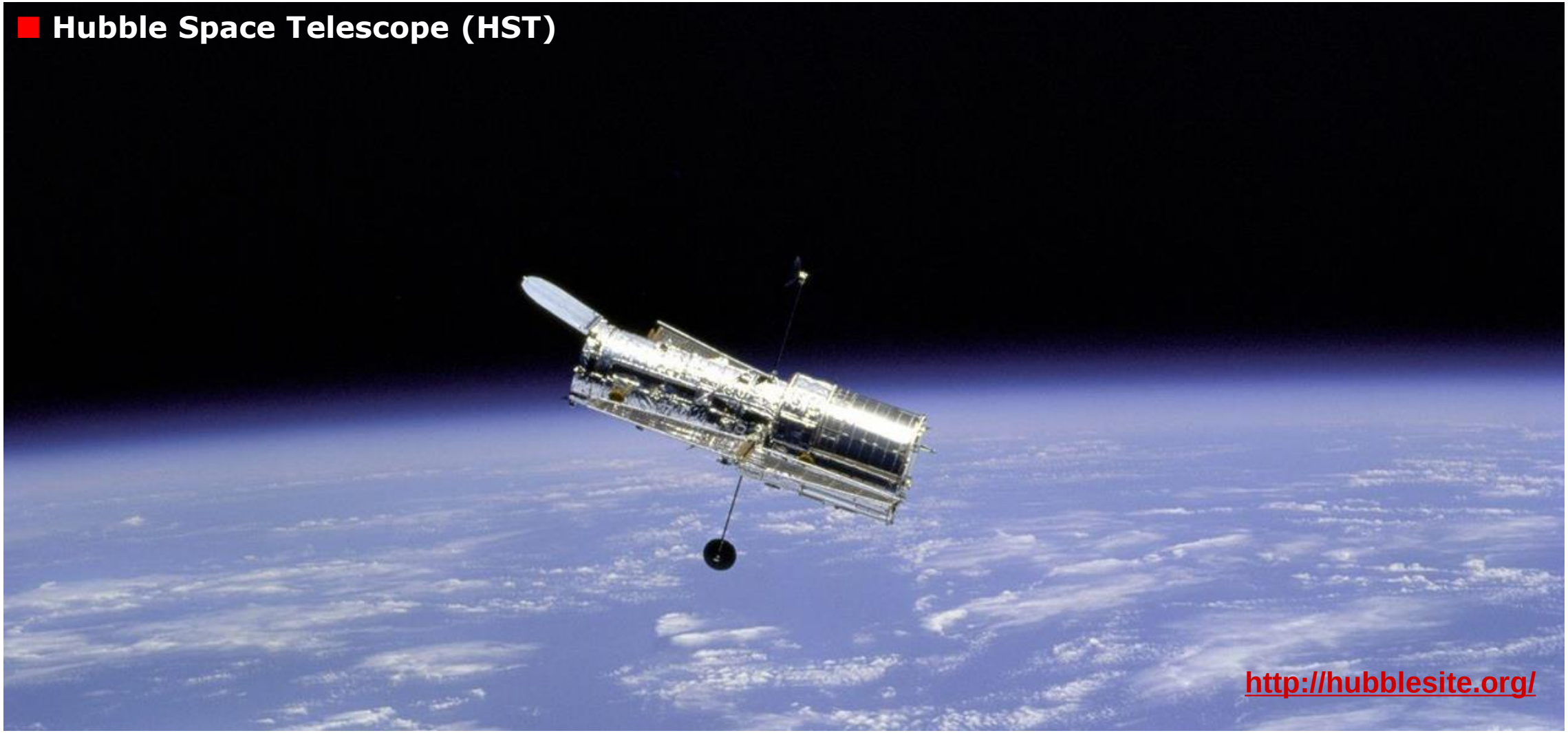
Penicillina V
antibiotico
semi-sintetico

Qualunque sia la fonte di provenienza, la **molecola del farmaco** deve essere **purificata** con **processi chimico-fisici**: **estrazione**, **isolamento**, **identificazione**.

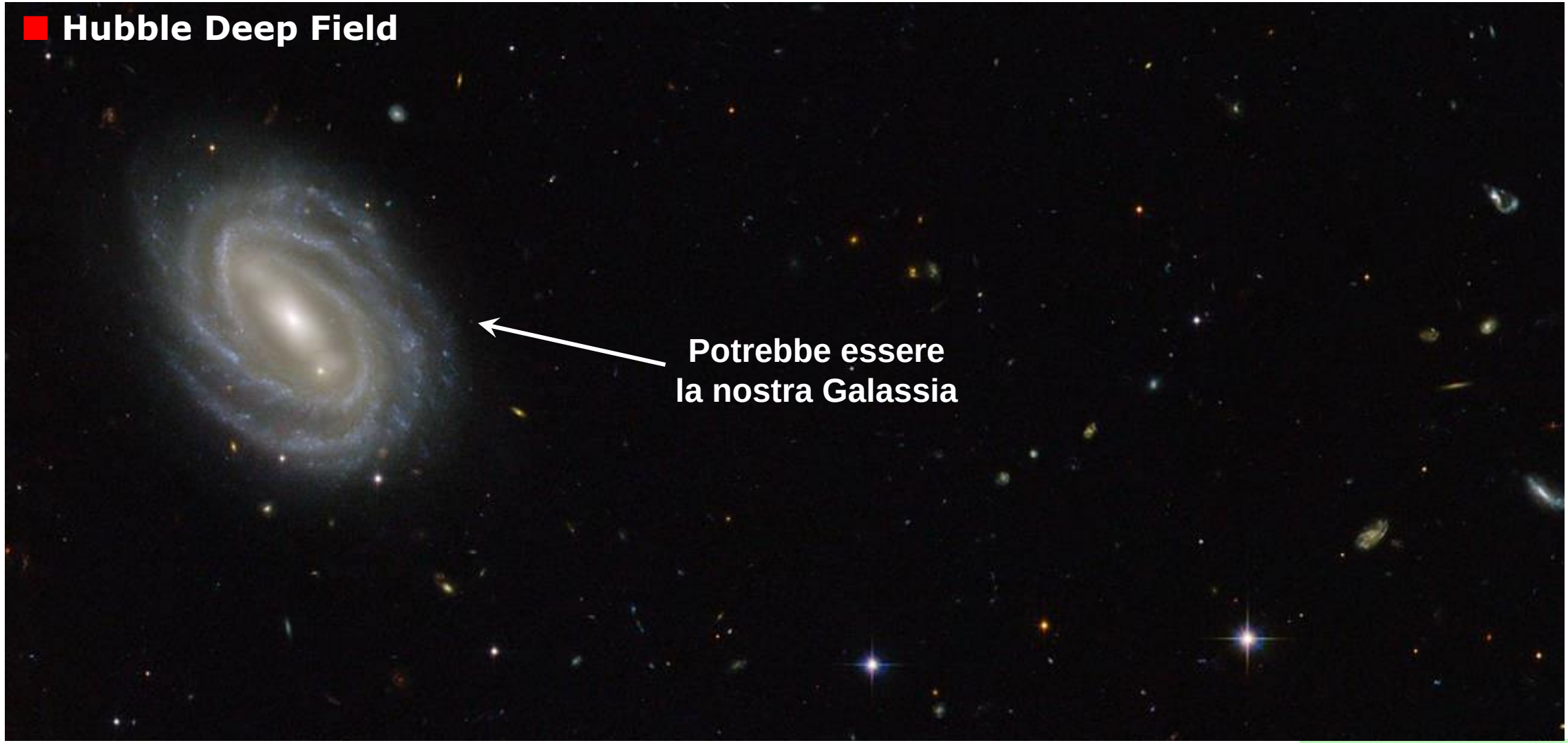
Nello **sviluppo di un nuovo farmaco**, per determinare la **forma migliore di somministrazione**, sono **sfruttate le caratteristiche chimico-fisiche della molecola** (***solubilità*** e ***grado di ionizzazione a diversi valori di pH***).

La Chimica Organica nello Spazio

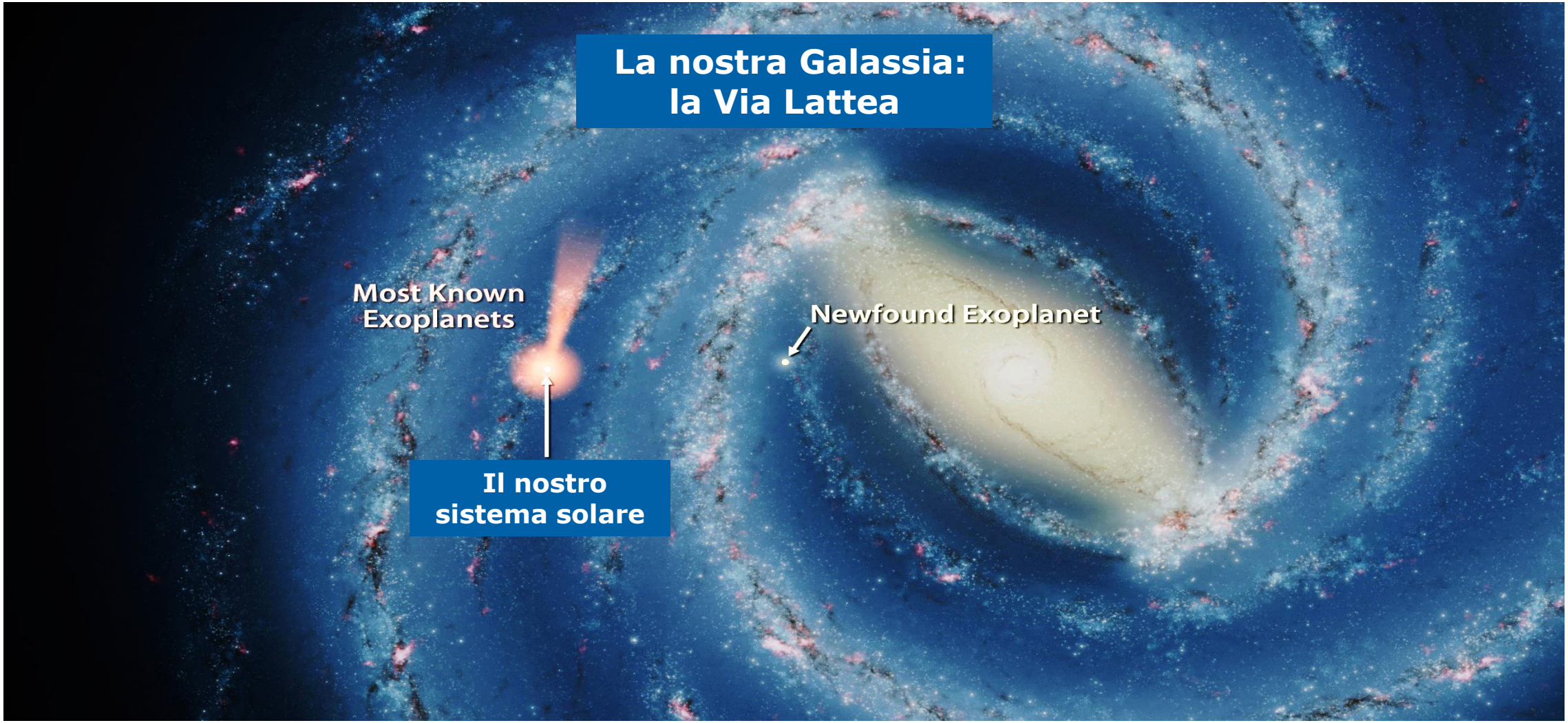
- **Hubble Space Telescope (HST)**



La Chimica Organica nello Spazio

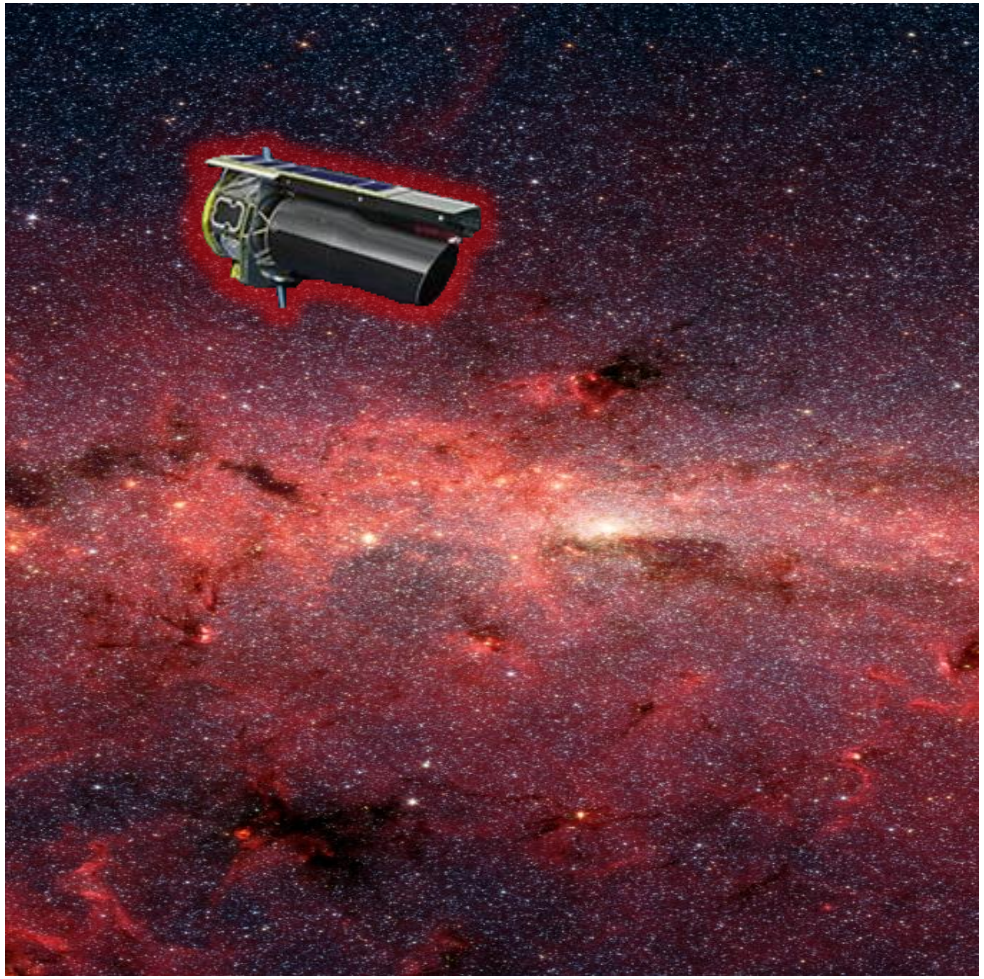


La Chimica Organica nello Spazio



La Chimica Organica nello Spazio

- **Telescopio infrarosso Spitzer: la Via Lattea ai raggi infrarossi (I.R.) e Nebulosa Testa di Cavallo nella costellazione di Orione.**

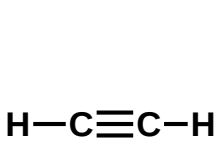


La Chimica Organica nello Spazio

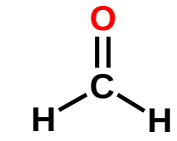
❖ **Alcune molecole significative trovate negli spazi interstellari e circumstellari**

Molecole a 4 atomi	Nome	Massa
·CH_3	Radicale metile	15
C_2H_2	Acetilene	26
H_2CO	Formaldeide	30
H_2CS	Tioformaldeide	46

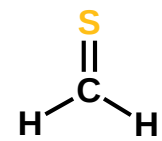
5 atomi		
CH_4	Metano	16
c-C_3H_2	Ciclopropenilidene	38
l-H_2C_3	Propenilidene	38
H_2CCN	Radicale cianometile	40
H_2C_2O	Chetene	42
H_2CNH	Metileneimmina	29
NH_2CN	Cianoammide	42
HC(O)CN	Cianoformaldeide	55



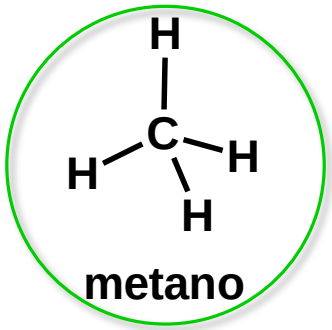
acetilene



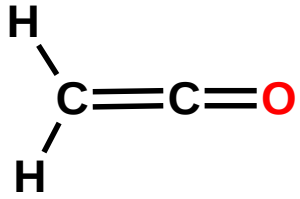
formaldeide



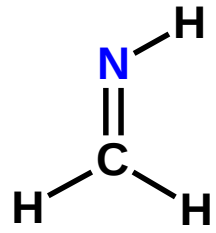
tioformaldeide



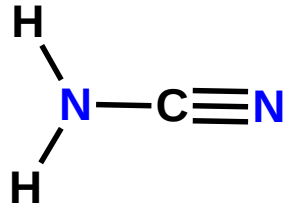
metano



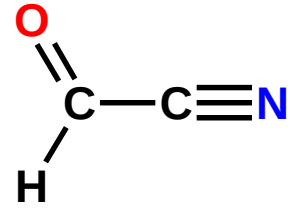
chetene



metileneimmina



cianoammide

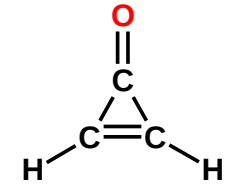


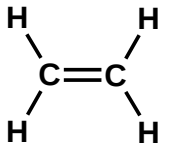
cianoformaldeide

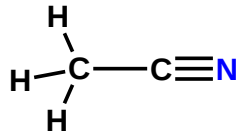
La Chimica Organica nello Spazio

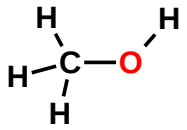
❖ Alcune **molecole significative**

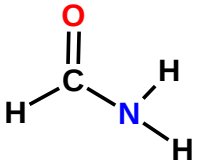
Molecole a 6 atomi	Nome	Massa
H_2C_3O	Ciclopropenone	54
C_2H_4	Etilene	28
CH_3CN	Acetonitrile	40
CH_3OH	Metanolo	32
H_2C_4	Diacetilene	50
$HCONH_2$	Formammide	44
CH_2CNH	Chetenimmina	40

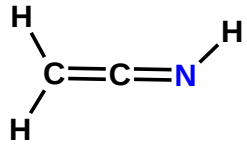

ciclopropenone

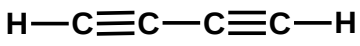

etilene


acetonitrile

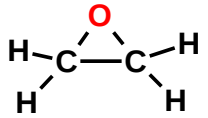

metanolo

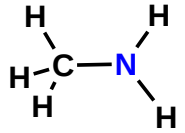

formammide

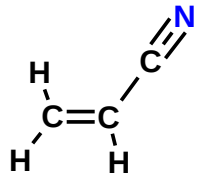

chetenimmina

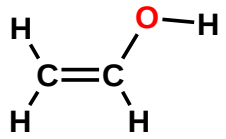

diacetilene

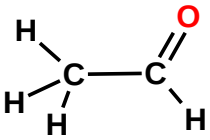
7 atomi		
C_2H_4O	Etilenossido	44
H_3CNH_2	Metilammina	31
CH_2CHCN	Acrilonitrile	53
H_2CHCOH	Vinil alcol	44
CH_3CHO	Acetaldeide	44


etilenossido


metilammina


acrilonitrile


vinil alcol

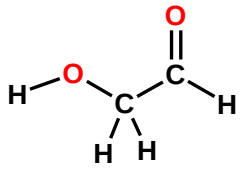

acetaldeide

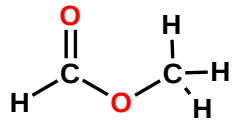
La Chimica Organica nello Spazio

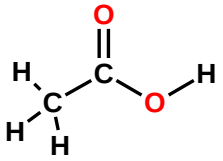
❖ Alcune molecole significative

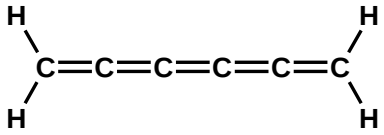
Molecole a 8 atomi	Nome	Massa
$\cdot CH_3$	Radicale metile	15
C_2H_2	Acetilene	26
H_2CO	Formaldeide	30
H_2CS	Tioformaldeide	46

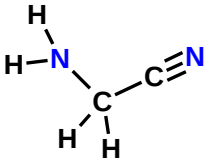
9 atomi		
CH_3OCH_3	Dimetil etere	46
CH_3CH_2CN	Propionitrile	55
CH_3CONH_2	Acetamide	59
CH_3CH_2OH	Etil alcol	46
CH_3CHCH_2	Propene	42

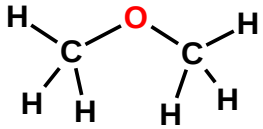

glicolaldeide

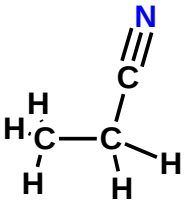

metil formiato

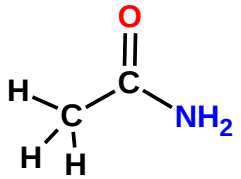

acido acetico

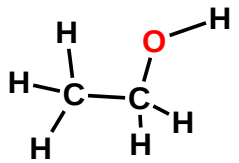

esa-1,2,3,4,5-pentaene

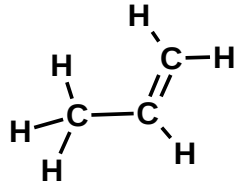

amminoacetonitrile


dimetil etere


propionitrile


acetammide

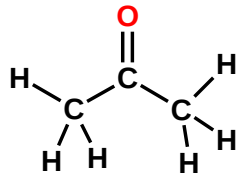

etil alcol

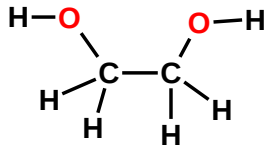

propene

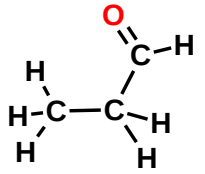
La Chimica Organica nello Spazio

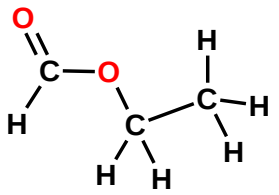
❖ **Alcune molecole significative**

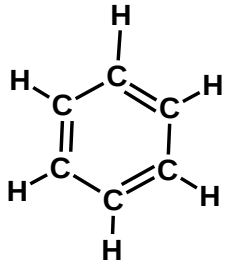
Atomi	Molecole	Nome	Massa
10	$(CH_3)_2CO$	Acetone	58
10	$(CH_2OH)_2$	Glicol Etilenico	62
10	CH_3CH_2CHO	Propanale	58
11	C_2H_5OCHO	Etil formiato	74
12	C_6H_6	Benzene	78
12	C_3H_7CN	n-propilcianuro	69
24	$C_{14}H_{10}$	Antracene	178
60	C_{60}	Fullerene	720
70	C_{70}	Fullerene	840

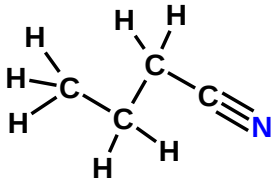

acetone

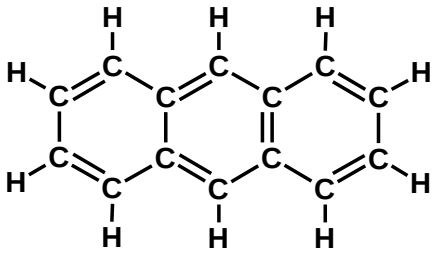

glicol etilenico

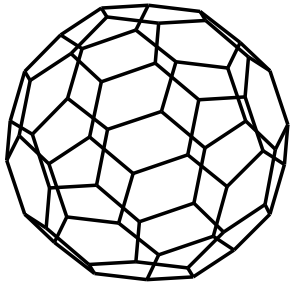

propanale

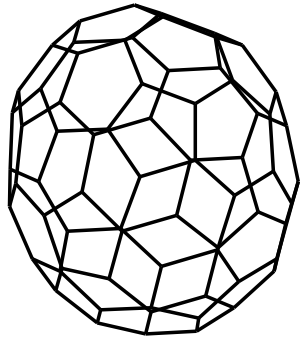

etil formiato


benzene


butirronitrile


antracene

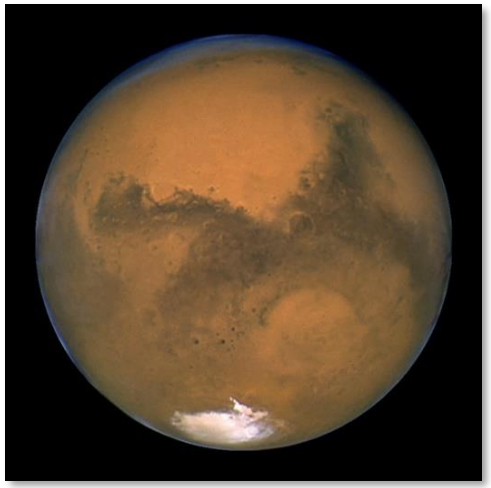

fullerene C_{60}


fullerene C_{70}

La Chimica Organica nello Spazio

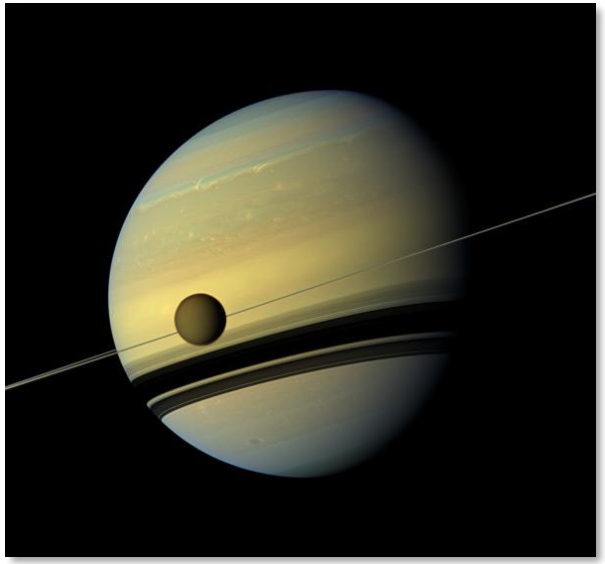
- **Nubi interstellari**
- **Stazione Spaziale Internazionale**
- **Terra**
- **Marte**

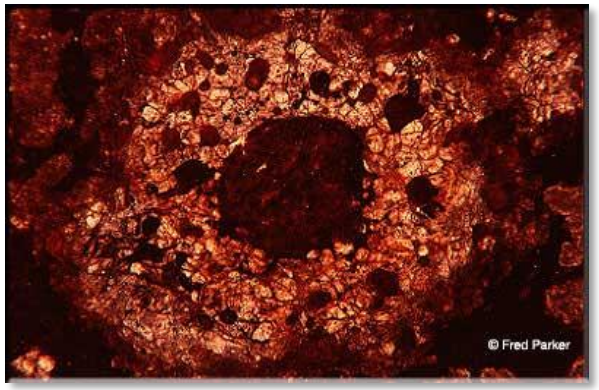
(cliccare sui titoli per collegarsi ai siti web relativi

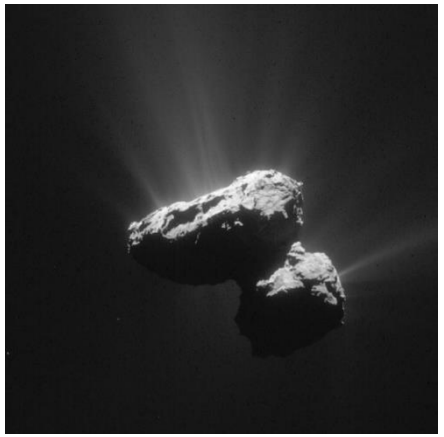


La Chimica Organica nello Spazio

- **Saturno e Titano**
  - http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/media/cassini-20080213.html
- **Plutone**
- **Cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko**
- **Cometa C/2014 Q2 Lovejoy, 'Happy hour'**
- **Cometa Wild2**
- **Meteoriti**





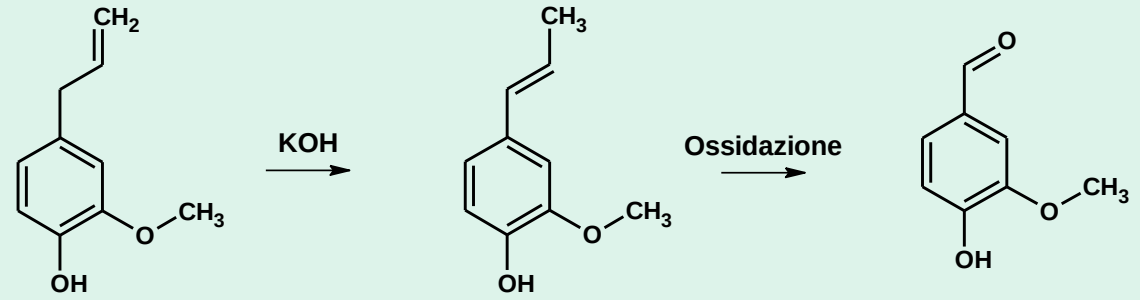


La Chimica Organica oggi

- **Le attività che impegnano i chimici organici si possono concentrare in quattro branche principali:**

1. **Sintesi di nuovi composti e/o isolamento di sostanze organiche da fonti naturali.**
   - **Sintesi di composti organici:** **conversione di sostanze a struttura nota** già disponibili, con una serie di reazioni chimiche controllate, **in composti che abbiano la struttura desiderata**. I **composti di sintesi** possono essere **non reperibili in natura** o essere **identici a composti di origine naturale**. ***Un esempio***: la **sintesi della vanillina**.

Sintesi della Vanillina



Eugenolo	**Isoeugenolo**	**Vanillina**
2-metossi-4-(prop-2-en-1-il) fenolo	2-metossi-4-[(1*E*)-prop-1-en-1-il) fenolo	3-idrossi-3-metossi benzaldeide
Olio essenziale di chiodi di garofano, Cannella	***Olio essenziale di chiodi di garofano***	***Bacche di Vaniglia***

N.B. I chimici devono prestare particolare **attenzione alla sicurezza in laboratorio** a causa dei **pericoli** e dei **rischi per i ricercatori** connessi alla **manipolazione delle sostanze chimiche**, oltre che ai **potenziali danni all'ambiente**.

- **Isolamento da fonti naturali:** **estrazione** e **purificazione** di **sostanze organiche** dalle fonti più disparate.
- **Green Chemistry**: **sintesi**, **estrazione** o **purificazione** con **metodi rispettosi dell'ambiente**.

La Chimica Sicura

22-26 Febbraio 2016 - Aula 7 - Dipartimento di Farmacia-Scienze del Farmaco

Corso di In/Formazione

Studiare e Lavorare in Sicurezza nelle Aule e nei Laboratori dei Dipartimenti biologici, chimici e farmaceutici

Lunedì 22 febbraio **-Normativa-**

- ***ore 09.00*** **- Aspetti normativi della sicurezza: un'introduzione**
  Prof. G. G. Carbonara, *Dip. di Farmacia - SdF*
- ***ore 11.00*** **- Il ruolo del medico competente**
  Prof.ssa A. Basso, *Dip. Interdisciplinare di Medicina*

Martedì 23 febbraio **-Rischio chimico-**

- ***ore 09.00*** **- I rischi nei laboratori chimici**
  Prof.ssa F. Corbo, *Dip. di Farmacia - SdF*
- ***ore 10.30*** **- Buone pratiche di comportamento nei laboratori chimici**
  Prof. N. Margiotta, *Dip. di Chimica*
- ***ore 12.00*** **- Dispositivi di protezione collettiva e individuale**
  Prof. G. G. Carbonara, *Dip. di Farmacia - SdF*

Mercoledì 24 febbraio **-Rischio biologico-**

- ***ore 09.00*** **- Rischio biologico nei laboratori e negli stabulari**
  Dott.ssa L. Vurro, *Servizio Prevenzione e Protezione*
- ***ore 10.30*** **- Procedure per la riduzione del rischio fisico, tossicologico e biologico nei laboratori di Farmacologia**
  Prof.ssa A. Mele, *Dip. di Farmacia - SdF*
- ***ore 11.30*** **- Impiego di MOGM nei laboratori di Biochimica e Biologia**
  Prof. P. Scarcia, *Dip. di Bioscienze, Biotecnologie e Biofarmaceutica*

Giovedì 25 febbraio **-Rischio incendi e fisico-**

- ***ore 09.00*** **- Incendi: classificazioni, presidi antincendio e comportamenti da adottare in caso di emergenza**
  Arch. V. Megna, *Servizio Prevenzione e Protezione*
- ***ore 10.00*** **- Gas compressi e bombole**
  Prof. G. Fracchiolla, *Dip. di Farmacia - SdF*
- ***ore 11.00*** **- Le procedure di sicurezza e i rischi fisici nell'utilizzo di apparecchiature nel laboratorio chimico**
  Prof. R. Luisi, *Dip. di Farmacia - SdF*

Venerdì 26 febbraio **-Chimica verde–Chimica sicura-**

- ***ore 09.00*** **- Green chemistry**
  Prof. F. Leonetti, *Dip. di Farmacia - SdF*
- ***ore 10.00*** **- Regolamento REACH**
  Prof.ssa F. Corbo, *Dip. di Farmacia - SdF*
- ***ore 12.00*** **- Procedure amministrative per la frequenza dei laboratori di ricerca**
  Sig. D. Cellamare, *Dip. di Farmacia - SdF*

La Chimica Organica oggi

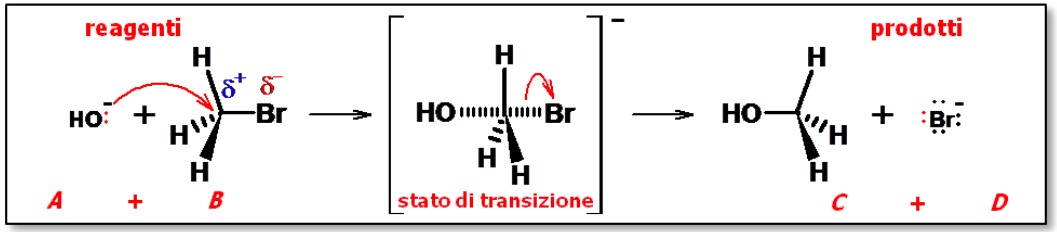
- **Le attività che impegnano i chimici organici si possono concentrare in quattro branche principali:**

2. Analisi strutturale.

- La **determinazione della struttura** si presenta quando **un prodotto viene isolato**, **dopo la sintesi** o l'**estrazione da una fonte naturale**.
  Per ottenere **informazioni strutturali** il prodotto può essere sottoposto a:
  - **reazioni note**;
  - **determinazione dell'analisi elementare (*composizione*)**;
  - **determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche** (***p.f.***, ***p.e.***, ***potere ottico rotatorio***, ecc.);
  - all'**effettuazione di misure spettroscopiche con metodi fisici** (***spettroscopia molecolare organica – UV ultravioletto, IR infrarosso***, ***NMR risonanza magnetica nucleare*** e ***spettrometria di Massa***).

3. Dinamica delle reazioni.

- Questa attività riguarda lo **studio dei dettagli intimi delle trasformazioni chimiche** (**meccanismi di reazione**) allo scopo di **predire quantitativamente la velocità di una reazione**, la **natura dei suoi prodotti** e allo scopo di **ridurre al minimo gli scarti di reazione**.



Sostituzione Nucleofila bimolecolare (S_N2)

4. Modellistica molecolare.

- Applicazione dei **calcoli quanto-meccanici** mediante l'**uso di specifici programmi informatici** (***es. Spartan '14 di Wavefunction***) per **costruire** e **prevedere le proprietà delle molecole organiche** o per **confermare i dati sperimentali osservati**.

5. Astrochimica e Astrobiologia.

- https://www.nasa.gov/subject/6888/astrobiology/
- Meteorite-catalyzed syntheses of nucleosides and of other prebiotic compounds from formamide under proton irradiation
- RNA world easier to make

La Chimica Organica siamo noi

"È con la scienza che l'uomo s'india."

***Fedone*, Platone**