

- **Programma di CHIMICA DEGLI ALIMENTI**

- -Introduzione e classi di alimenti.
- - Richiami di chimica generale e organica.
  
- -Chimica delle principali categorie di sostanze alimentari.

**Carboidrati:** monosaccaridi e oligosaccaridi di interesse alimentare, potere dolcificante, reazioni degli zuccheri ( riduzione , ossidazione e caramellizzazione).

- Polisaccaridi: struttura chimica, l'amido, gelatinizzazione e idrolisi dell'amido, amidi modificati, indice glicemico, parametri merceologici degli sfarinati.

**Proteine:** caratteristiche nutrizionali, amminoacidi essenziali, struttura delle proteine, classificazione e funzione, il collagene, qualità biologica delle proteine, reazioni ( ossidazione e reazione di Maillard), denaturazione e proteolisi , la gelatina.

**Lipidi:** caratteristiche nutrizionali, classificazione, funzioni e nomenclatura. Caratteristiche chimico-fisiche degli acidi grassi, acidi grassi saturi e insaturi (acido stearico, oleico, linoleico), glicerolo e trigliceridi, cere. Lipidi polari e colesterolo, importanza biologica. Reazioni dei lipidi (idrogenazione, autossidazione, b ossidazione, idrolisi).

**Micronutrienti:** vitamine, caratteristiche chimiche delle vitamine idrosolubili e liposolubili, funzioni biologiche, fonti alimentari e assorbimento. Acqua e sali minerali.

- - Reazioni enzimatiche e metabolismo dei carboidrati, proteine e lipidi. Digestione ed assorbimento, glicolisi e ciclo di krebs.
  
- -Trasformazione degli alimenti e principali metodi di conservazione

**La chimica degli alimenti** si occupa delle caratteristiche chimiche degli alimenti e delle modificazioni chimiche che i costituenti degli alimenti subiscono.

Si distinguono alimenti di origine animale (latte e formaggi, carne e derivati, prodotti della pesca, uova e grassi animali) e alimenti di origine vegetale (cereali, legumi, ortaggi, frutta e grassi vegetali).

Ai principi alimentari vengono ascritte anche le vitamine, che, pur non possedendo azione plastica nè energetica, svolgono l'importante funzione di regolare le attività della cellula animale.



Si definisce **ALIMENTO** una sostanza in grado di fornire all'organismo umano i nutrienti che, una volta metabolizzati, sono utilizzati per la produzione di :

**Energia e calore** → **FUNZIONE ENERGETICA**

**Materiale di reintegro e di accrescimento** → **FUNZIONE PLASTICA**

.

Le fonti o produzioni primarie che permettono l'approvvigionamento di alimenti sono **l'agricoltura, l'allevamento e la pesca.**

I rispettivi prodotti possono essere consumati come tali oppure essere sottoposti a trattamenti, comprendenti **tecnologie di conservazione e di trasformazione**

# Funzioni vitali

**Le cellule, i tessuti e gli organi, utilizzano gli alimenti per assicurare il normale svolgimento delle funzioni vitali per l'organismo (macrostruttura con livelli di organizzazione diversi)**

- **Cellula:** ciclo cellulare (mitosi e meiosi), sintesi proteica, scambi metabolici, trasmissione di segnali, contrattilità, respirazione cellulare (glicolisi, ciclo di Krebs)...
- **Tessuto:** protezione, resistenza meccanica alla trazione ed alla compressione, sostegno, riserva....
- **Organo:** funzione respiratoria, cardiaca, escretoria, digestiva, metabolica.....
- **Organismo:** mangiare, bere, dormire.....

# FUNZIONE ENERGETICA degli alimenti

- Il mantenimento delle funzioni vitali dell'organismo è legato allo svolgimento continuo di reazioni **biochimico-metaboliche che richiedano energia**, si comprende come quest'ultima rappresenti in definitiva l'esigenza primaria della vita.
- L'organismo può ricavare energia dall'utilizzazione di composti già presenti nelle cellule dell'organismo stesso (**fonte endogena**) e da composti presenti negli alimenti (**fonte esogena**). Questi ultimi, una volta digeriti, entrano nel sistema circolatorio e si mescolano con composti analoghi derivanti dai tessuti dell'organismo, costituendo un unico pool metabolico dal quale l'organismo ricava l'energia e le sostanze nutritive necessarie allo svolgimento dei suoi processi vitali.

- L'unica forma di energia che le cellule dell'organismo umano possono utilizzare è quella chimica, ed in particolare quella contenuta nei legami Carbonio-Carbonio-Iidrogeno presenti in alcune sostanze alimentari (proteine, carboidrati, lipidi e, che infatti vengono definiti "principi alimentari energetici"). Generalmente si considera pari a 4 kcalorie il valore energetico di 1g di proteine e carboidrati, pari a 9 kcalorie il valore energetico di 1g di lipidi e pari a 7 kcalorie il valore energetico di 1g di alcool (corrispondente a 5,6 kcalorie/ml).
- Di tutta l'energia chimica introdotta nell'organismo con gli alimenti, solo una parte può venire utilizzata e trasformata in lavoro (meccanico, osmotico, chimico -cioè di sintesi- elettrico); il resto viene degradato in calore, che però le cellule non sono in grado di utilizzare. Si calcola che l'organismo umano possa convertire in lavoro meccanico solo il 25% dell'energia potenziale degli alimenti.

Una via catabolica nel suo insieme può essere fortemente esoergonica

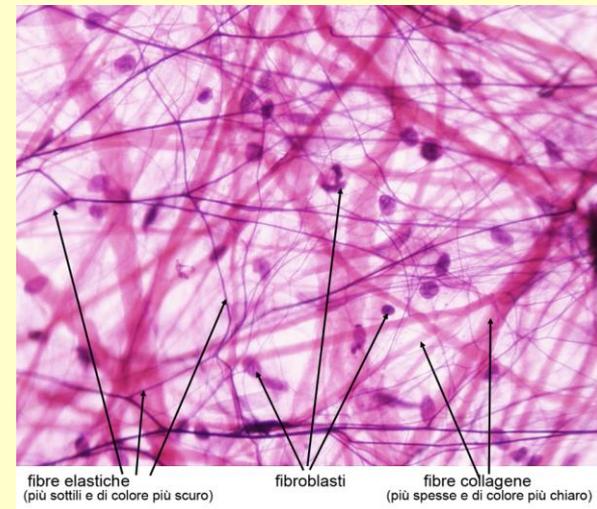
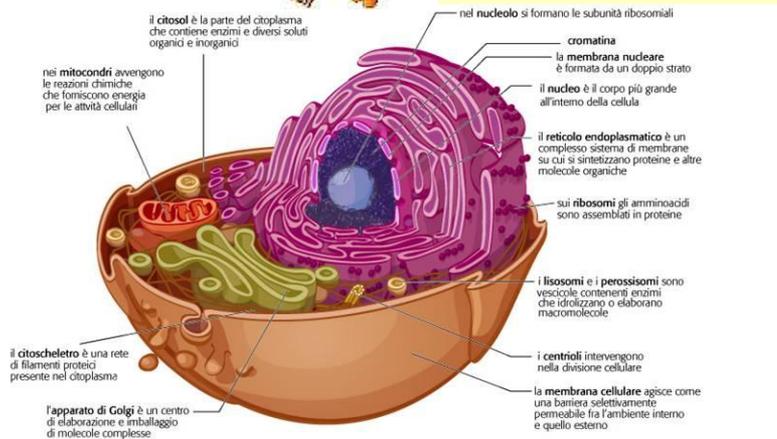
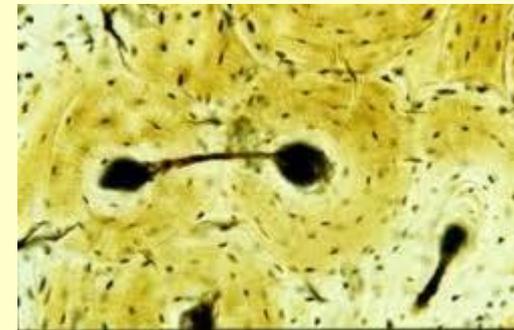
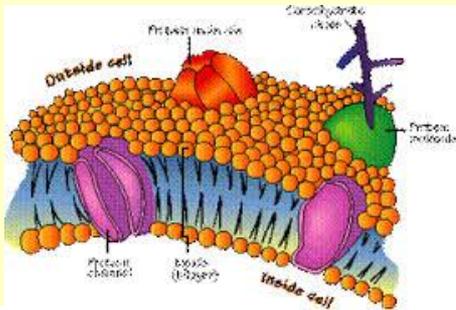
- ✚ Ad es. ossidazione completa del glucosio  $\Delta G^{\circ} = -2850 \text{ kJ} \cdot \text{mole}^{-1}$
- ✚ Le cellule **decompongono la reazione in diversi passi intermedi** in cui **la quantità di energia rilasciata è perfettamente appaiata alla quantità di energia che può essere immagazzinata** ad es. in ATP oppure può essere adoperata per svolgere il successivo passo della reazione.
- ✚ Se non ci fosse questo perfetto appaiamento, l'energia rilasciata in eccesso sarebbe sprecata sotto forma di calore oppure non si formerebbe energia sufficiente per generare molecole di ATP o da rendere possibile la reazione successiva.

# Fabbisogno energetico

- Per fabbisogno energetico umano (o fabbisogno calorico) si intende la quantità di calorie che un essere umano dovrebbe assumere per svolgere le sue tipiche funzioni:
- - **fisse (quali le attività cardiache, respiratorie, epatiche, intestinali, riparazione dei tessuti, mantenimento del calore interno)**
- - **variabili (quali le attività muscolari, l'accrescimento, la gravidanza).**
- Il fabbisogno per le attività fisse tende a diminuire con l'avanzare degli anni, ed è in genere minore per le donne rispetto agli uomini; non è determinabile e non può essere misurato in modo affidabile, in quanto dipende da fattori connessi al metabolismo individuale.

# FUNZIONE PLASTICA degli alimenti

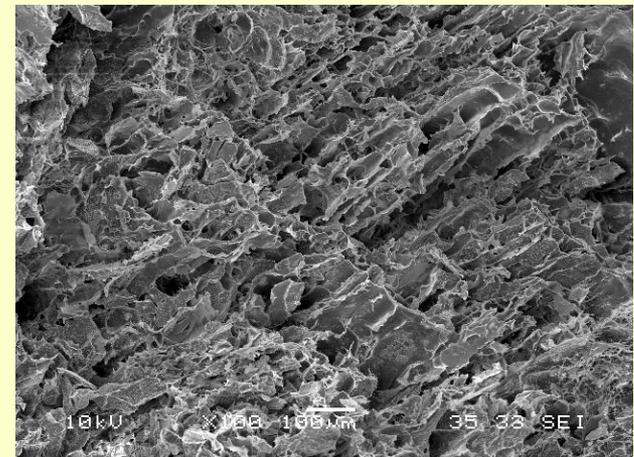
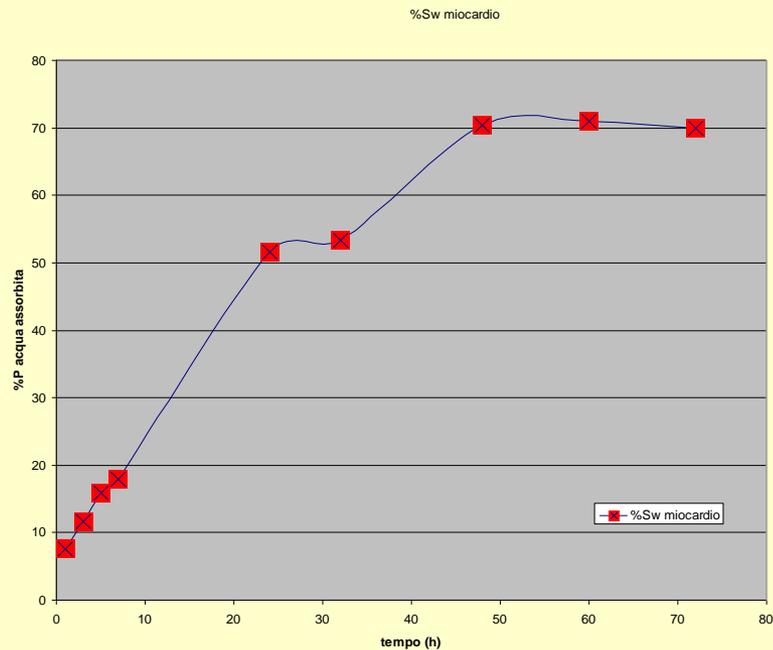
- La composizione chimica del corpo umano comprende proteine, grassi, carboidrati, minerali e vitamine (oltre all'acqua che rappresenta il componente quantitativamente più importante: circa il 60% del peso dell'adulto) ci indica che sono questi i nutrienti fondamentali per l'organismo.



# Tessuto miocardico come materiale

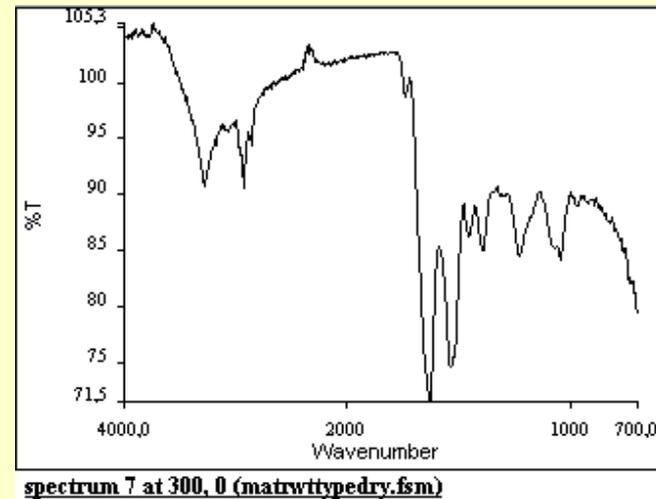
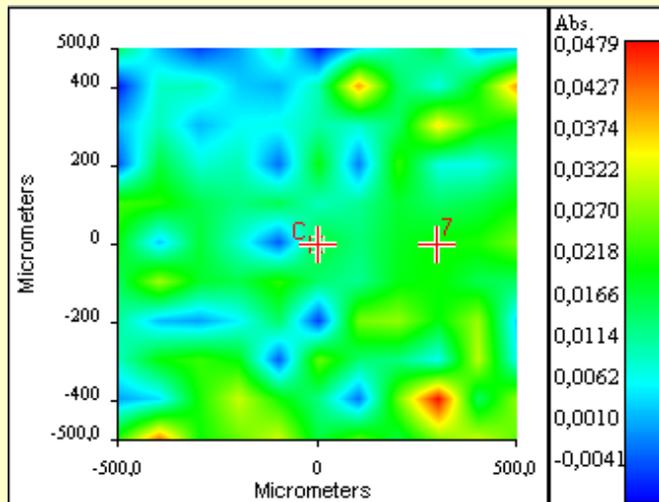
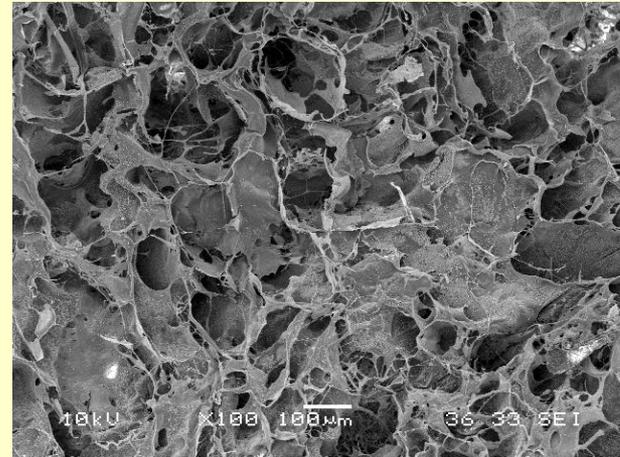
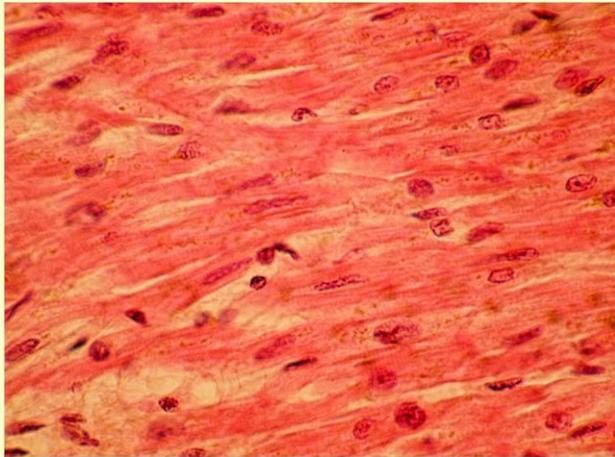
La determinazione dei componenti presenti nei tessuti può essere effettuata utilizzando tecniche di caratterizzazione chimico fisica.

## Determinazione del contenuto di acqua



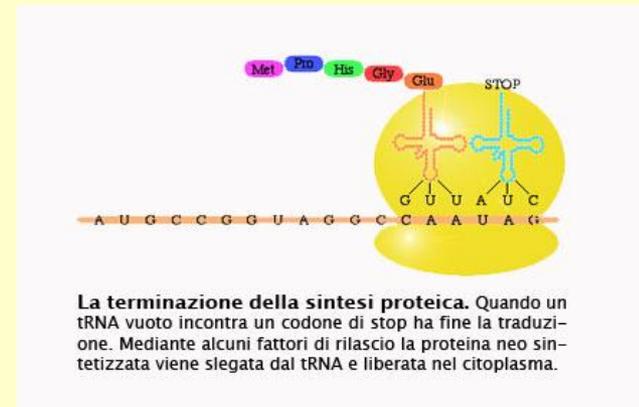
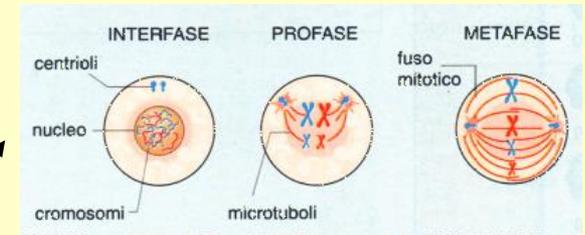
# Tessuto miocardico come materiale

## Caratterizzazione chimico fisica



• La funzione plastica dei nutrienti è quella che permette la costruzione di nuova materia vivente, viene svolta principalmente dalle **proteine**, da alcuni **elementi inorganici** (per esempio, calcio e fosforo, necessari per la calcificazione ossea), e da **alcuni acidi grassi essenziali** (per esempio, acido linoleico, che entra a far parte delle membrane cellulari).

- Accrescimento aumento della massa corporea
- Turnover cellulare
- Riparazione tissutale
- I **tessuti maturi possono rimodellare il loro ECM** per adattarne la struttura ai carichi meccanici che deve sostenere e che ha sostenuto.



# ALIMENTO

Un alimento è quindi una sostanza che contiene nutrienti utilizzabili dal nostro organismo.

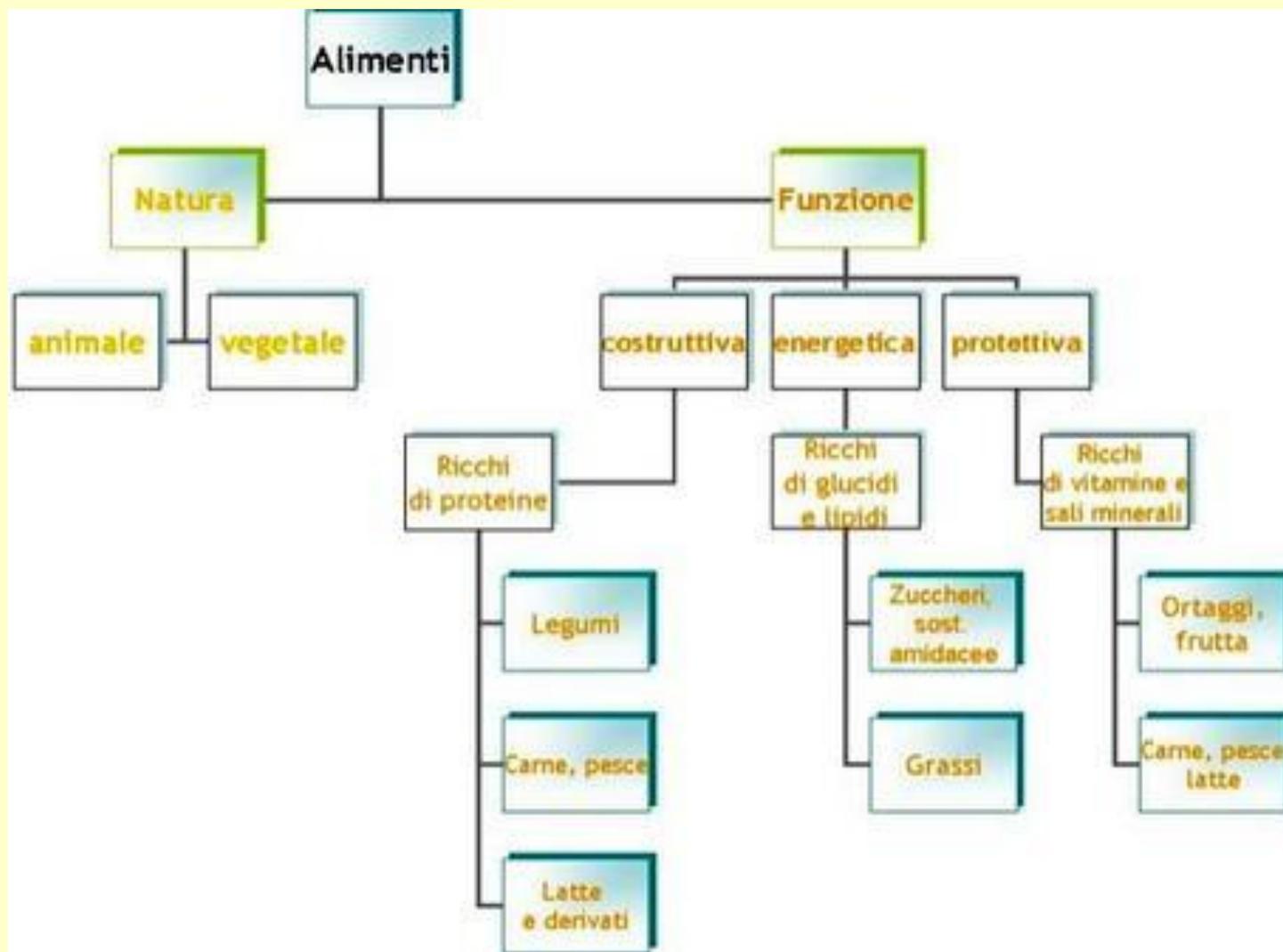
Nessun alimento può definirsi completo e quindi in grado di soddisfare preso singolarmente tutte le esigenze del nostro organismo

Si definiscono **alimenti primari** quelli che devono essere assunti quotidianamente per soddisfare le richieste del nostro organismo.

Si definiscono **secondari** o accessori quegli alimenti non nutrizionalmente essenziali, che vengono consumati per una valenza socio-psicologica.

Tra questi:

- bevande alcoliche e analcoliche
- alimenti nervini
- agenti dolcificanti
- erbe aromatiche e spezie



Gli alimenti primari sono suddivisi in 6 gruppi fondamentali: ogni gruppo comprende alimenti simili in quanto fonte di uno o più principi nutritivi che sono presenti in quantità meno significative negli altri gruppi.



- amido
- fibra



- lipidi
- vitamine liposolubili



- vitamine
- minerali
- fibra



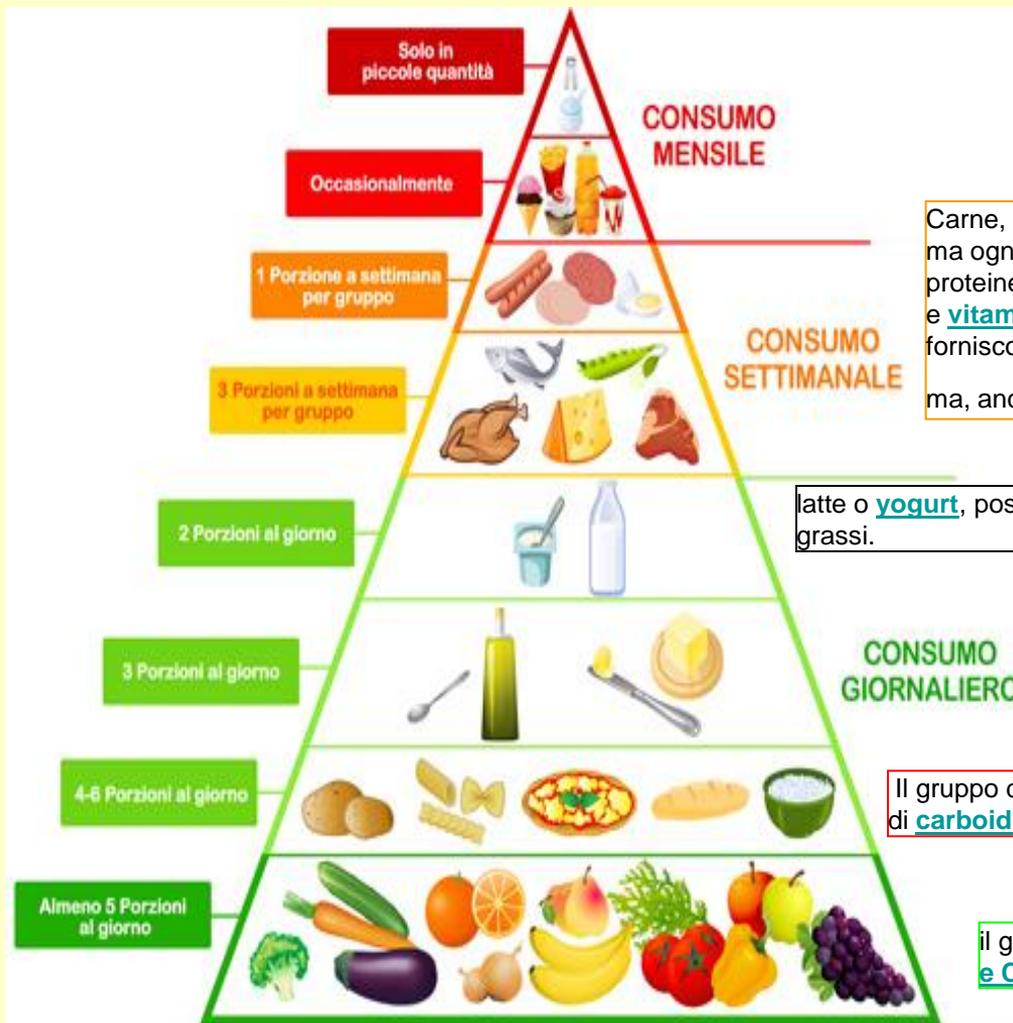
- proteine ad alto valore biologico
- sali minerali
- vitamine



- proteine
- minerali
- fibre



- proteine ad alto valore biologico
- calcio
- vitamine gruppo B



Carne, pesce, legumi, formaggi, uova e insaccati sono tutti ricchi di proteine, ma ognuno di loro ha altre proprietà nutrizionali specifiche. Il pesce, oltre alle proteine, fornisce acidi grassi essenziali: gli omega 3; la carne è fonte di ferro e vitamine del gruppo B; i legumi, soprattutto quelli secchi, forniscono carboidrati, fibra e calcio, mentre i formaggi sono ricchi di calcio, ma, anche, di grassi saturi e colesterolo.

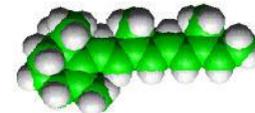
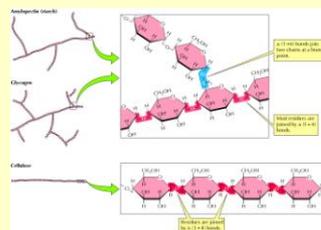
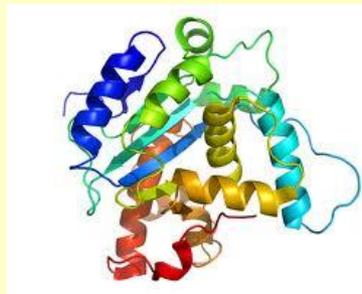
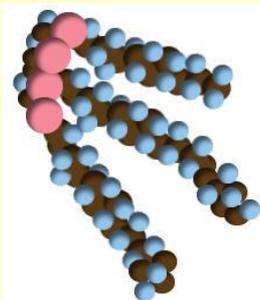
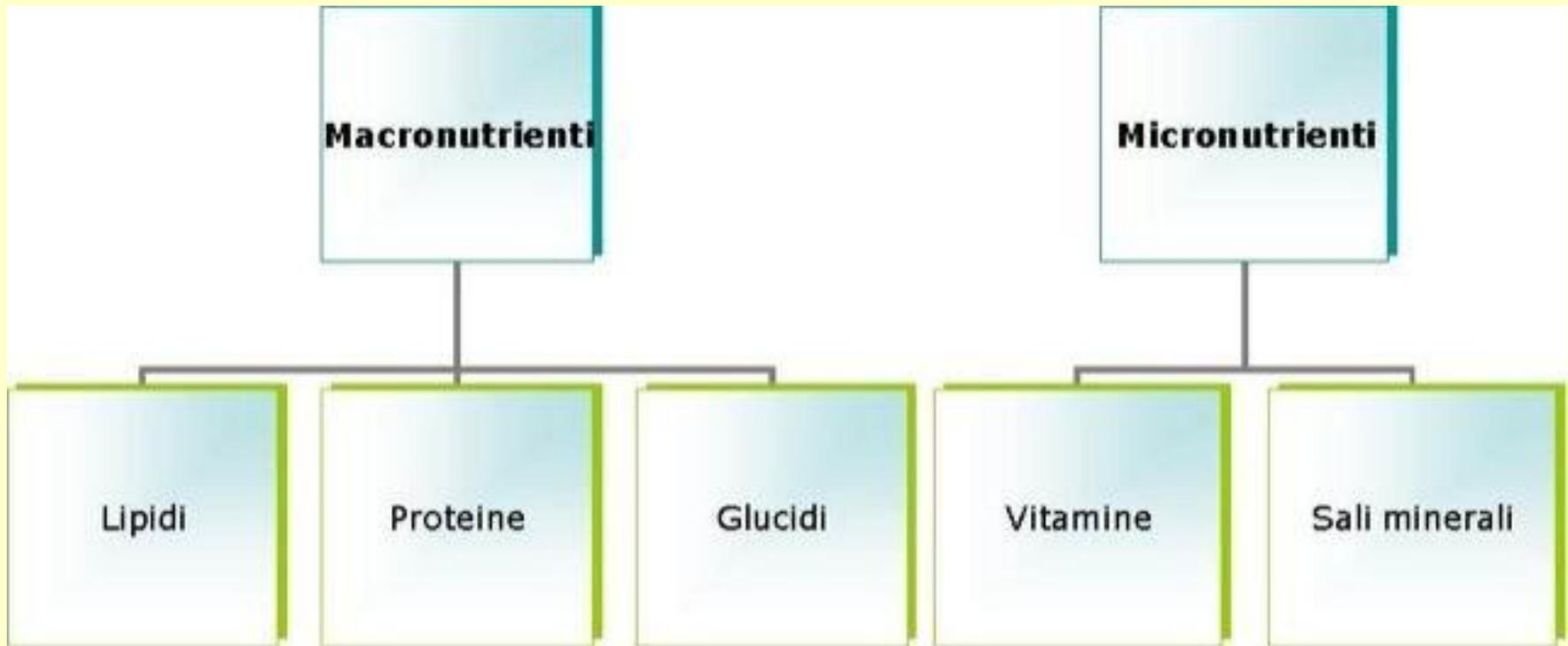
latte o yogurt, possibilmente semi-scremati, forniscono molto calcio e pochi grassi.

Il gruppo degli oli vegetali, in special modo l'olio di oliva extravergine e, a crudo, l'olio di mais e girasole assicurano un buon apporto di calorie, acidi grassi essenziali e vitamina.

Il gruppo dei cereali come pane, pasta, riso e patate che sono alimenti ricchi di carboidrati complessi, ma anche di proteine e fibra

il gruppo della frutta e verdura, molto ricchi di acqua, fibra, vitamine A e C, sali minerali e antiossidanti.

# SOSTANZE NUTRITIVE



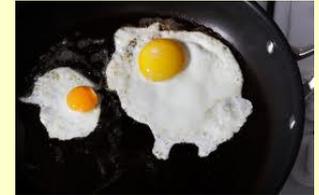
Vitamina A



Vitamina C



# ALIMENTI e **proteine**



Molti alimenti sono ricchi in proteine: la carne, il pesce, ma anche il mondo vegetale ci offre un buon sostentamento: riso, frumento, granturco e sono ricchi di questi elementi.

Tuttavia alcuni studi dimostrano come le proteine di origine vegetale, nonostante siano in grado di assicurare la sopravvivenza, non riescono da sole a mantenere un tono fisico e mentale adeguato.

Qualunque sia il tipo di carne che si scelga, l'apporto proteico che introduciamo nell'organismo è molto consistente.

Si basti pensare per esempio che per 100 g di carne bovina è possibile coprire il 48% di fabbisogno giornaliero di proteine.

La carne tuttavia è ricca anche in altri nutrienti quali vitamine idrosolubili ( B1, B2, B6, B12), nucleotidi con attività immunitaria e minerali come selenio, fosforo e ferro.

Le carni bianche ed il pesce sono preferibili in quanto maggiormente digeribili; quelle rosse (tessuto connettivo) invece, avendo anche una maggior incidenza sull'aumento del colesterolo, sono da evitare o comunque ridurre.

# Assunzione di carne

## Aspetti positivi



La nota positiva è che il ferro che viene assimilato con la carne è perfettamente assorbibile dall'organismo. Questo minerale è presente anche nei vegetali, ma quello contenuto nella carne è di più facile assimilazione in quanto inserito nell'eme, una struttura indispensabile per la formazione dell'emoglobina che ha il compito di trasportare l'ossigeno all'interno del nostro organismo.

## Aspetti negativi



Nonostante queste sue proprietà positive, assumere elevati quantitativi di carne può essere dannoso per la salute in quanto è stato largamente dimostrato l'incidenza negativa della carne, soprattutto grassa, sull'aumento dei livelli ematici di colesterolo. Un eccessivo consumo di carne può provocare un sovraccarico renale.

# LATTE e derivati



I principi nutritivi del **latte** sono proteine come la caseina, lipidi, zuccheri come il lattosio, vitamine e sali minerali (calcio e fosforo), sono inoltre presenti vitamine del gruppo B e le vitamine A, D, K, E e C.

Lo **yogurt** si ottiene dal latte a cui vengono aggiunti microrganismi detti fermenti lattici.

I **formaggi** derivano dal processo di coagulazione del latte per aggiunta di una sostanza, il caglio, che fa rapprendere le proteine del latte.



## CEREALI E TUBERI

**Pasta , riso e pane:** contengono carboidrati complessi come l'**amido**, hanno un contenuto di lipidi bassissimo e vi troviamo niacina, vitamina B1 e B2 insieme a calcio, potassio, sodio e fosforo. Se integrali contengono minerali come zinco, selenio e magnesio e una buona quantità di fibre.



**Patate:** contengono per la maggior parte carboidrati complessi (amido) e una minima quantità di zuccheri semplici, grassi e proteine. Sono ricche di vitamina B1, C , acido folico, acido pantotenico e niacina, contengono inoltre potassio, fosforo e calcio.



**Mais:** è un cereale che contiene molti carboidrati complessi, pochi grassi e poche fibre.

Ha un buon contenuto proteico. E' ricco di **antiossidanti naturali** come la zeaxantina un carotenoide che gli conferisce la tipica colorazione gialla. E' ricco di vitamine del gruppo B e possiede una buona percentuale di potassio, magnesio e fosforo.

## OLIO e BURRO



**L'olio extravergine di oliva** :contiene il 99.9% di grassi, che per la maggior parte (quasi il 73%) sono insaturi, ovvero benefici per la salute. Si tratta infatti di sostanze che contribuiscono ad innalzare i livelli di colesterolo “buono” nel sangue (HDL), abbassando contemporaneamente quelli di colesterolo “cattivo” (LDL).Contiene inoltre grandi quantità di sostanze antiossidanti come fenoli e tocoferoli (vitamina E), e fornisce anche un discreto apporto in termini di vitamina A.

**Burro:** contiene una frazione di grasso compresa fra l'80 e l'84%, mentre il contenuto di acqua è generalmente inferiore al 16%. È un alimento dall'elevato contenuto di colesterolo, presente in quantità medie di 250 milligrammi per ogni 100 grammi di prodotto; inoltre, circa la metà dei grassi presenti sono saturi, ovvero potenzialmente dannosi per il nostro organismo poiché tendono ad aumentare la quantità di colesterolo cattivo (LDL) nel sangue. Nel burro troviamo meno dell'1% di proteine e piccole quantità di calcio e fosforo (rispettivamente, 25 e 16 mg/100 g), ma una grande quantità di vitamina A (930 mg/100 g).

Altri costituenti sono rappresentati dall'**acqua**, vitale per molti processi che avvengono nell'organismo, e costituenti minori ossia sostanze diverse per natura chimica e funzioni, presenti spesso in piccole quantità nell'alimento.

### **Tra i costituenti minori è possibile ritrovare**

-**sostanze con effetto negativo, antinutrizionale** (es. lectine ed emoagglutinine che ostacolano l'assorbimento di alcuni nutrienti;

-**chelanti** che ostacolano l'assimilazione di sali minerali; inibitori di enzimi digestivi)

-numerose sostanze con effetti benefici per la salute umana note come sostanze "**nutraceutiche**".

## Nutraceutica o Nutriceutica

La nutraceutica è un nuovo termine che deriva dalla contrazione delle parole nutrizione e farmaceutica e ha per scopo lo studio delle proprietà combinate nutritive e farmaceutiche degli alimenti indipendentemente dal loro valore nutrizionale (anni 80).

La nutraceutica è una scienza che si occupa di studiare gli alimenti che hanno un effetto benefico sulla salute umana: come si vede si tratta di un campo molto vasto e abbastanza indefinito, dato che sono tantissimi gli alimenti, in particolar modo la frutta, la verdura o le erbe che hanno effetti benefici sulla salute dell'uomo.

Vediamo ora quali obiettivi si pone la nutraceutica e quali sono i suoi principali campi di applicazione.

Innanzitutto la nutraceutica per essere obiettiva e attestabile deve basarsi su dati certi: la nutraceutica infatti non può parlare per vaste categorie, altrimenti si baserebbe sui presupposti, già citati, per cui frutta e verdura fanno bene o qualche detto della nonna su olio di fegato di merluzzo, succo di limone e aglio spremuto.

**Oggetto di studio della nutraceutica è un alimento d'origine naturale che sia facilmente reperibile a tutti ed il cui consumo permetta, a chi lo fa, di mantenere uno stato di buona salute.**

**La nutraceutica, per essere una scienza, si deve basare sui dati scientifici e sulle scoperte relative ai singoli cibi in modo da fornire indicazioni utili.**

I nutraceutici possono essere assunti introducendo nella dieta gli alimenti funzionali, sia sotto forma di cibo "tal quale" che di cibo arricchito di uno specifico principio attivo (ad esempio, latte arricchito con vitamina D o acidi omega-3).

Possono essere assunti anche sotto forma di integratori alimentari in formulazioni liquide, in compresse o capsule.



## Anti-aging

**Resveratrolo: il resveratrolo può aumentare il flusso sanguigno cerebrale**

**Effects of resveratrol on cerebral blood flow variables and cognitive performance in humans: a double-blind, placebocontrolled,crossover investigation Kennedy DO, Wightman EL, Reay JL, Lietz G, Okello EJ, Wilde A, Haskell CF, American Journal of Clinical Nutrition. 2010. 91: 1590-1597.**

### ABSTRACT

Si apre un nuovo settore di studio del resveratrolo. Un recente lavoro dimostra che alte dosi di resveratrolo (250-500 mg) possono migliorare il flusso sanguigno a livello cerebrale, producendo un aumento del flusso ematico cerebrale dosedipendente,

Gli effetti potenziali di questa molecola sulle funzioni cerebrali sono stati studiati focalizzandosi su gruppi di persone sane e malate. Altri studi hanno segnalato effetti anti-cancro, anti-infiammatori e sottolineato i benefici cardiovascolari, **il potenziale anti-diabete** e la protezione contro il morbo di Alzheimer.

Come sostanza antinvecchiamento, il resveratrolo (un polifenolo) è considerato un antiossidante, è attivo contro alcuni radicali liberi ed impedisce l'ossidazione del colesterolo. Questo primo effetto è quindi la motivazione di chi sostiene la sua efficacia contro l'invecchiamento e nella riduzione del rischio cardiovascolare, calcolato basandosi sui valori di colesterolo.



## **Olio d'oliva: mostra benefici per la salute cerebrale**

**Cytoprotective effects of olive mill waste water extract and its main constituent hydroxytyrosol in PC**

**12 cells. Schaffer S, Muller WE,**

**Eckert GP, Pharmacological Research. doi: 10.1016/j.phrs.2010.06.004.**

### **ABSTRACT**

L'idrossitirosole è il composto antiossidante più abbondante presente nell'estratto di olive e ad esso sono associati molti benefici cardiovascolari, come la riduzione delle LDL oltre che la promozione della salute degli occhi e la riduzione del rischio di degenerazione maculare. Inoltre l'idrossitirosole può proteggere i neuroni e il cervello dal normale deterioramento associato all'invecchiamento e quindi da malattie degenerative.

## **Acido linoleico coniugato (CLA): perdita muscolare**

**Conjugated linoleic acid (CLA) prevents age-associated skeletal muscle loss. Rahman**

**MM, Halade GV, El Jamali A, Fernandes G,**

**Biochemical and Biophysical Research Communications. 2009;383: 513-518.**

### **ABSTRACT**

Un nuovo studio sui topi indica che la supplementazione con acido linoleico coniugato (CLA) può proteggere dalla perdita di massa muscolare correlata all'età (dell'1-2% ogni anno, dopo i 50 anni). A livello muscolare sono stati osservati un aumento della produzione di energia e di enzimi antiossidanti. CLA è un acido grasso naturalmente presente nella carne dei ruminanti e in prodotti lattiero-caseari. Le sue forme attive sono due isomeri, i quali devono essere assunti in modo combinato per contrastare gli effetti negativi derivanti dall'assunzione di uno solo dei due.



**Mirtillo: miglioramento della memoria negli anziani**

**Blueberry Supplementation Improves Memory in Older Adults, Krikorian R, Shidler MD, Nash TA, Kalt W, Vinqvist-**

**Tymchuk MR, Shukitt-Hale B, Joseph JA. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010.**

**ABSTRACT**

L'assunzione di un drink al giorno di circa 500 ml di succo di mirtillo (l'equivalente di 6-9 ml per Kg di peso corporeo/die) per 12 settimane, è stata associata ad un migliore apprendimento ed un incremento della memoria nelle persone anziane con problemi di memoria, oltre che una riduzione di sintomi depressivi e dei livelli di glucosio.



**Isoflavoni: quelli estratti dal trifoglio rosso possono contrastare i sintomi depressivi nelle donne in post-menopausa**

**Improvement of postmenopausal depressive and anxiety symptoms after treatment with isoflavones derived from red clover extracts.**

**Lipovac M, Chedraui P, Gruenhut C, Gocan A, Stammler M, Imhof M, Maturitas. 2010;65:258-261.**

**ABSTRACT**

Secondo un nuovo studio austriaco randomizzato e in doppio-cieco, l'assunzione di integratori a base di un estratto di trifoglio rosso, naturalmente ricco di isoflavoni, può ridurre i sintomi di depressione e ansia di circa l'80% nelle donne in post-menopausa. Gli isoflavoni, infatti, potrebbero rivestire un ruolo importante nella protezione neuronale, inibendo il processo infiammatorio alla base del danneggiamento dei neuroni e proteggendoli dalla tossicità indotta dal rilascio di glutammato e dallo stress ossidativo, che si manifestano durante episodi depressivi o ansiosi.

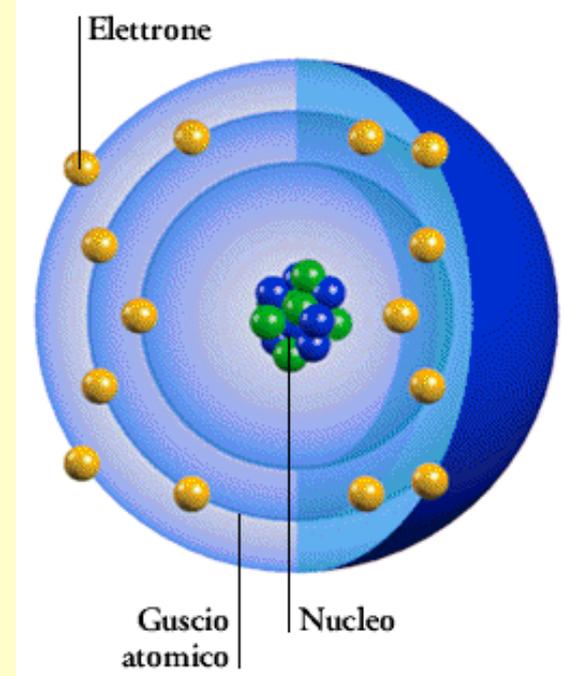
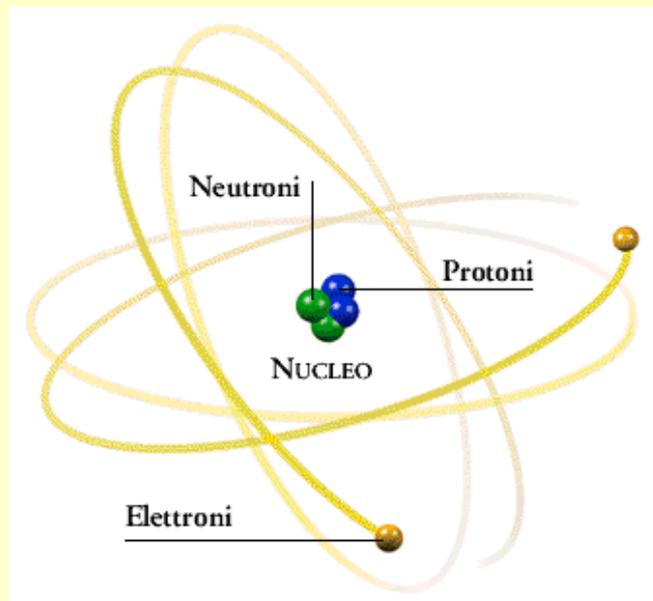


- **RICHIAMI DI CHIMICA GENERALE**

## Struttura dell'atomo

Il cuore di un atomo è formato da un nucleo che è molto piccolo rispetto all'atomo, ma ne contiene quasi tutta la massa. Le particelle che lo compongono sono i protoni e i neutroni.

Gli elettroni, che sono esterni al nucleo, sono numericamente uguali ai protoni, ma hanno una massa molto piccola.



## Struttura dell'atomo

### Struttura atomica: le particelle fondamentali

<i>Particella</i>	<i>Massa</i>		<i>Carica</i>	
	<i>SI (g)</i>	<i>atomica</i>	<i>SI (C)</i>	<i>atomica</i>
<i>e<sup>-</sup></i>	$9.109 \cdot 10^{-28}$	$5.486 \cdot 10^{-4}$	$-1.602 \cdot 10^{-19}$	-1
<i>p<sup>+</sup></i>	$1.673 \cdot 10^{-24}$	1.0073	$+1.602 \cdot 10^{-19}$	+1
<i>n</i>	$1.675 \cdot 10^{-24}$	1.0087	0	0

*unità di carica atomica:  $1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$*   
*unità di massa atomica:  $1.6606 \cdot 10^{-24} \text{ g}$*

massa elettrone 1836 volte < massa protone

Nel **NUCLEO** è concentrata la **MASSA** dell'atomo

## La struttura dell'atomo

**Numero atomico (Z)** = numero di elettroni (corrisponde anche al numero di protoni essendo gli atomi neutri).

*Atomi con uguale numero atomico Z hanno uguali proprietà chimiche, sono classificati come atomi dello stesso elemento e identificati dallo stesso simbolo chimico*

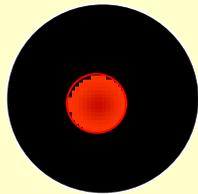
**Numero di massa (A)** = numero protoni + numero neutroni =  
numero nucleoni

**Carica nucleare (+ Z)**

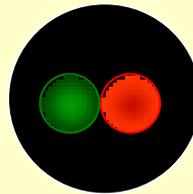
**A - Z** = numero dei neutroni

# Gli isotopi

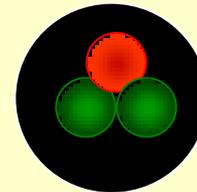
Tutti gli atomi che contengono lo *stesso numero* di protoni appartengono allo stesso elemento. Lo stesso elemento può presentare atomi con *diverso numero* di neutroni. Atomi con diverso numero di neutroni, ma stesso numero di protoni, si chiamano *isotopi*.



idrogeno



deuterio



trizio

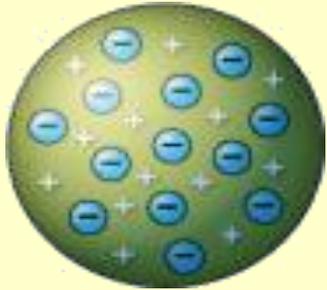


neutrone



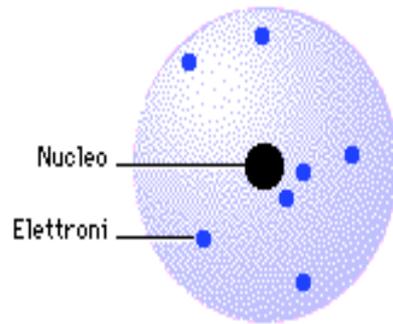
protone

# RIEPILOGO DEI MODELLI ATOMICI



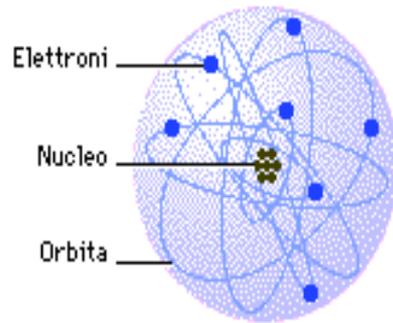
MODELLI  
ATOMICO DI  
THOMSON  
DETTO "A  
PUDDING"

1897



1911

**Il modello di Rutherford**  
descrive l'atomo come un sistema  
solare in miniatura in cui gli elettroni  
ruotano come pianeti attorno al nucleo.

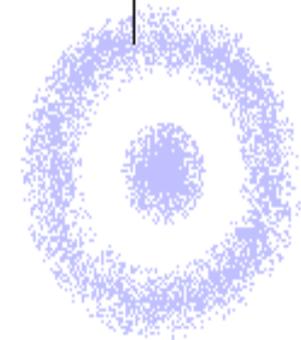


1913

**Il modello di Bohr**  
"quantizza" le orbite per dare una  
spiegazione della stabilità dell'atomo.

1926

Orbitali: gli elettroni con  
diversi valori del momento  
angolare occupano regioni  
dello spazio di questo tipo.  
Le zone ombreggiate sono  
quelle in cui è più probabile  
trovare l'elettrone.



**Il modello di Schrödinger**  
abbandona l'idea di orbite precise  
e introduce una descrizione delle  
regioni dello spazio (orbitali)  
basata sulla probabilità di trovare  
gli elettroni.

Gli elettroni, negli atomi, sono legati al nucleo dall'attrazione elettrostatica che si instaura tra cariche positive (protoni) e negative (elettroni).

Gli elettroni si trovano all'esterno del nucleo disposti su livelli di energia, detti anche orbitali, strati o gusci elettronici.

## **Orbitali e numeri quantici**

Un **orbitale atomico** viene approssimato con quella regione di spazio attorno al nucleo atomico in cui la probabilità di trovare un elettrone è massima (massima densità di probabilità) ed è delimitata da una superficie sulla quale il modulo dell'ampiezza della funzione d'onda è costante. In altre parole, una regione di spazio attorno ad un nucleo atomico in cui la probabilità di trovarvi un elettrone è massima (di solito superiore ad un limite convenzionalmente fissato nel 90%) è usata per rappresentare graficamente un orbitale atomico di quell'elettrone.

# I numeri quantici

**Tutte le caratteristiche degli orbitali sono definite da quattro numeri quantici:**

**Numero quantico principale ( $n$ ), specifica il livello energetico di un elettrone nell'atomo;**

**Numero quantico secondario ( $l$ ) o angolare o azimutale, indica la forma dell'orbitale in cui si trova un elettrone ( $s, p, d, f$ );**

**Numero quantico magnetico ( $m$ ), specifica l'orientamento dell'orbitale; numero orbitali per tipo.**

**Numero quantico magnetico di spin ( $m_s$ ), indica il verso di rotazione dell'elettrone in un orbitale.**

# Valori assunti dai numeri quantici

$$n \quad \rightarrow \quad (1 \div 7)$$

$$l \quad \rightarrow \quad (0 \div n-1)$$

$$m \quad \rightarrow \quad (-l \div +l)$$

$$m_s \quad \rightarrow \quad (-1/2; +1/2)$$

Numero quantico del momento magnetico  $m_\ell$ : determina l'orientamento spaziale di orbitali con  $n$  e  $\ell$  definiti, cioè con dimensione e forma definite.

Per ogni dato  $\ell$   $m_\ell$  può assumere tutti i valori interi compresi tra  $-\ell$  e  $+\ell$ , cioè

$$m_\ell = -\ell, -\ell+1, \dots, 0, 1, \dots, \ell-1, \ell$$

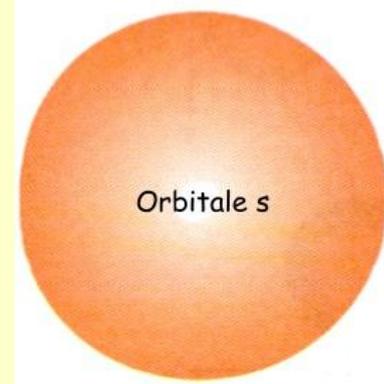
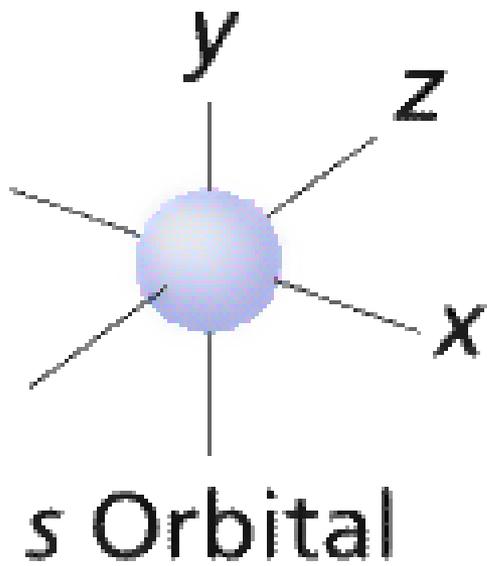
Ad esempio

$\ell=0$	s	$m_\ell=0$	1 orbitale s
$\ell=1$	p	$m_\ell=-1, 0, +1$	3 orbitali p
$\ell=2$	d	$m_\ell=-2, -1, 0, +1, +2$	5 orbitali d
$\ell=3$	f	$m_\ell=-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$	7 orbitali f

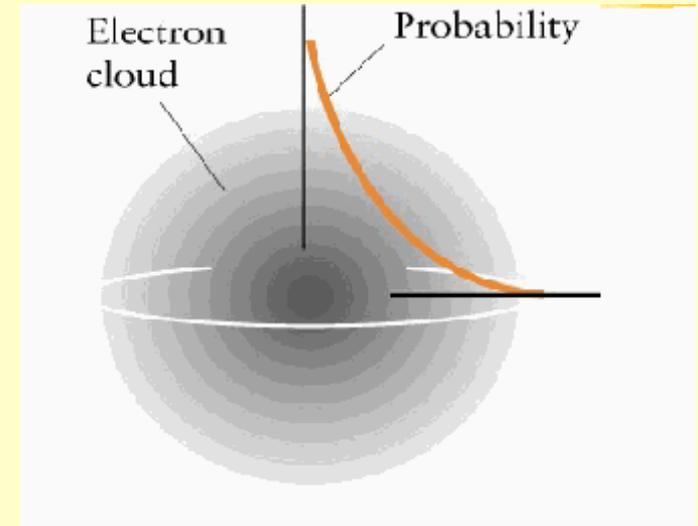
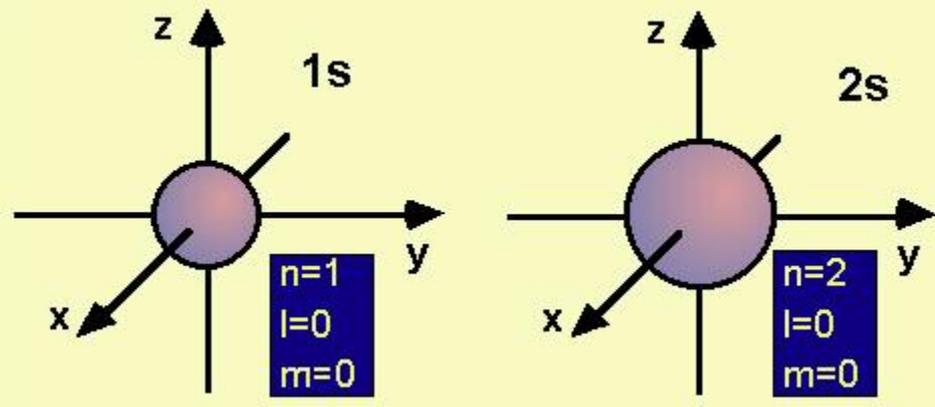
Orbitali con lo stesso  $\ell$  ma diverso  $m_\ell$  hanno la stessa forma ma diversa orientazione nello spazio.

Per un dato  $\ell$  sono possibili  $2\ell+1$  orientazioni diverse

# Orbitale s

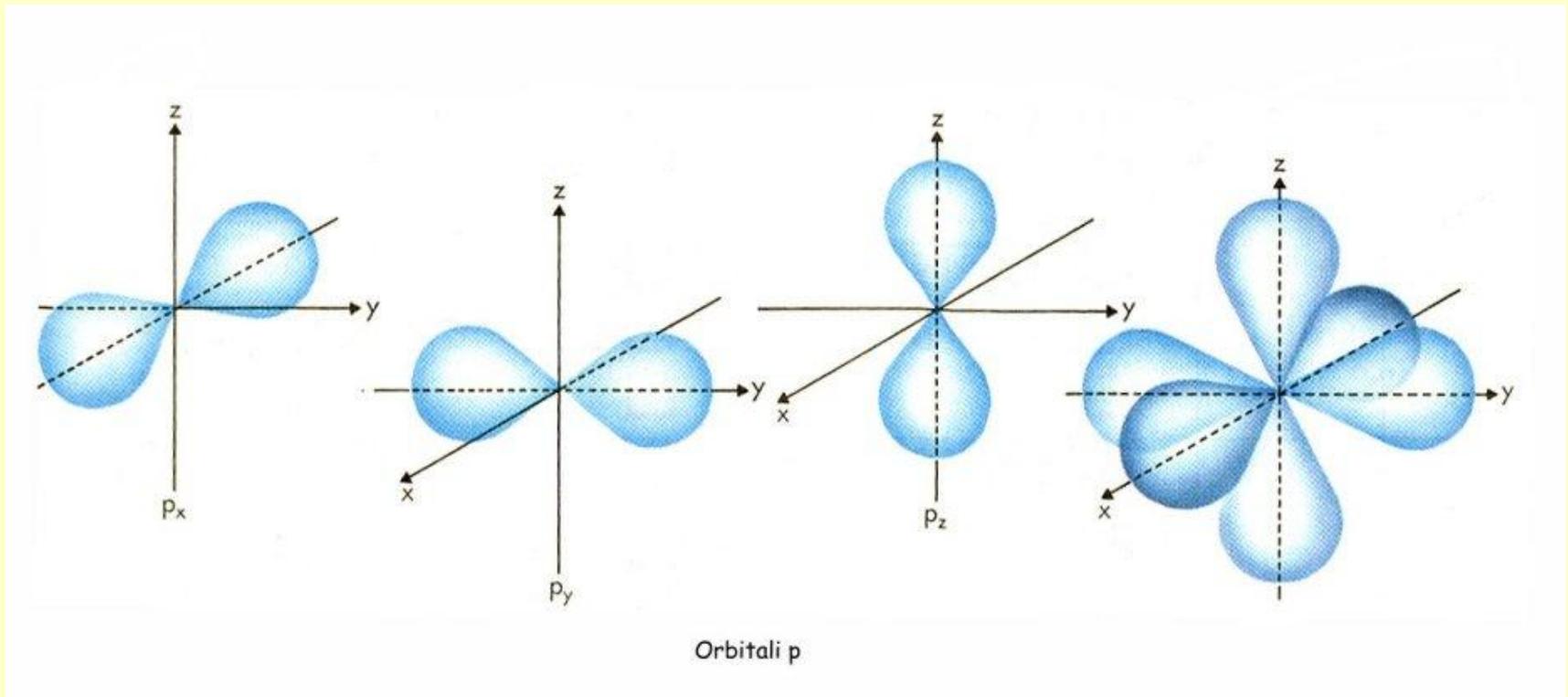


- ha una forma sferica;
- la nuvola elettronica diviene meno densa man mano che la distanza dal nucleo aumenta;
- maggiore è l'energia dell'orbitale s, maggiore è il diametro della sfera.

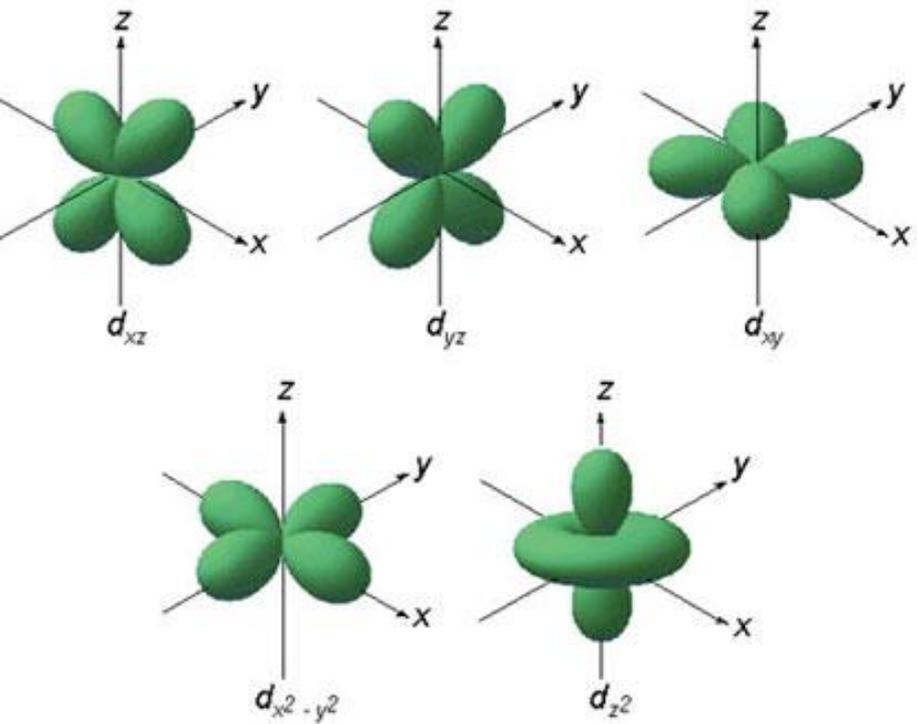


# Orbitale $p$

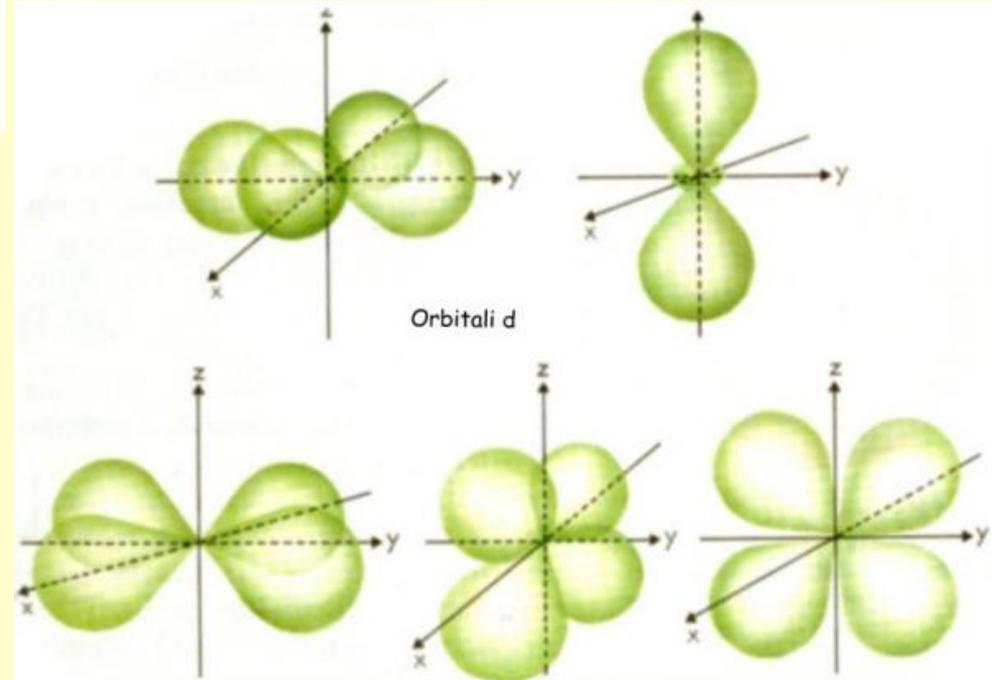
- sono presenti tre orbitali  $p$  per ogni livello energetico, orientati lungo 3 assi perpendicolari;
- la forma è data da due lobi posti ai lati opposti del nucleo;
- i due lobi sono separati da un piano, detto nodale;
- gli elettroni non si trovano mai sul piano nodale.



# Orbitale d

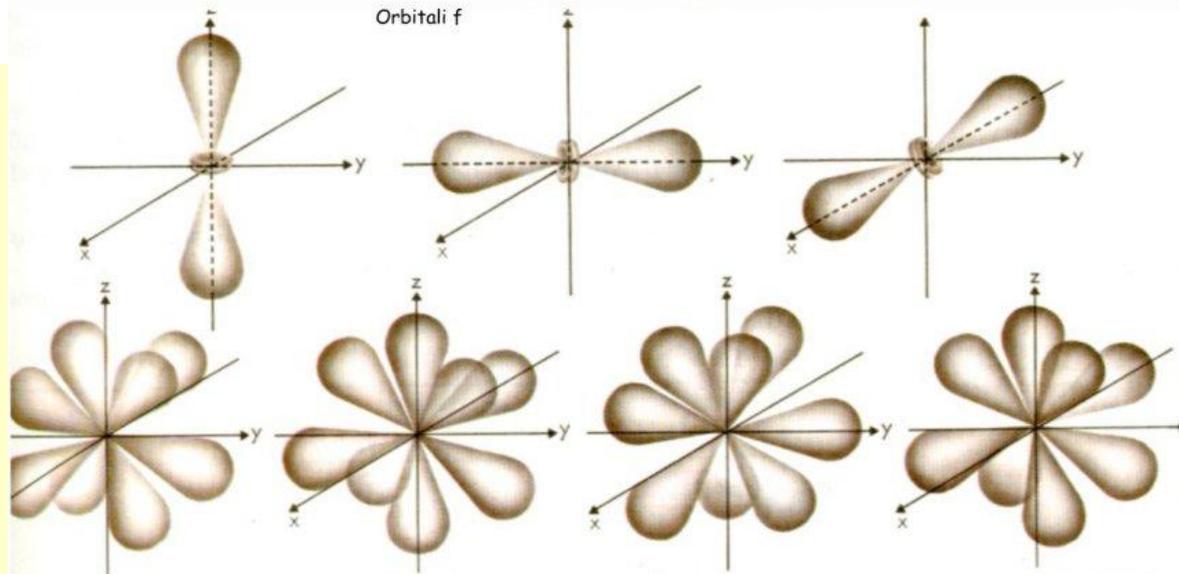
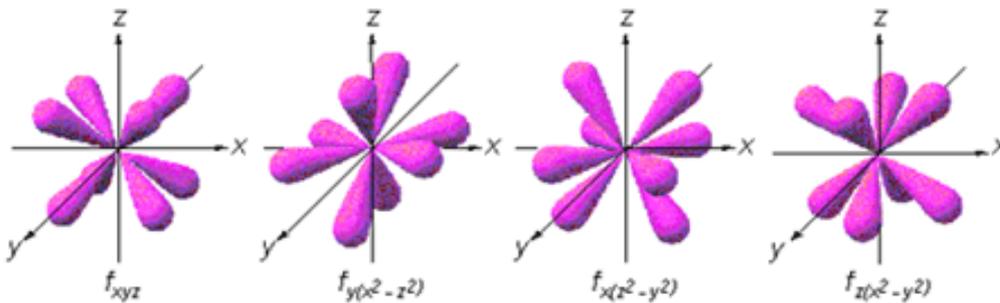
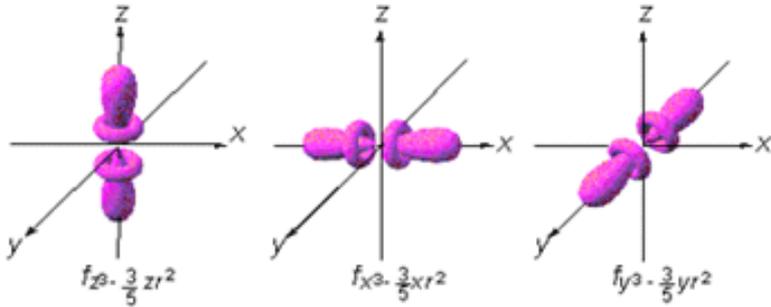


- la forma è più complicata degli orbitali s e p;
- sono presenti cinque orbitali d per ogni livello energetico;
- quattro di essi hanno 4 lobi, il quinto è differente;
- gli elettroni non si trovano mai sui 2 piani nodali.



# Orbitale f

- la forma è più complicata degli orbitali s, p e d;
- sono presenti sette orbitali f per ogni livello energetico;
- quattro di essi hanno 8 lobi, gli altri tre hanno 2 lobi e 1 anello;
- gli elettroni non si trovano mai sui 3 piani nodali.



- In ogni atomo si hanno quindi dei ben definiti LIVELLI ENERGETICI ...
- ...e ad ogni livello energetico possono esistere solo ben definiti tipi di orbitale (in un numero ben preciso) ...
- $N=1$   $l=0$  → 1 orbitale di tipo s 1s: □ 2 e-
- $N=2$   $l=0$  → 1 orbitale di tipo s 2s: □  
 $l=1$  3 orbitali di tipo p 2p: □□□ 8 e-
- $N=3$   $l=0$  1 orbitale di tipo s 3s: □  
 $l=1$  → 3 orbitali di tipo p 3p: □□□  
 $l=2$  5 orbitali di tipo d 3d: □□□□□ 18 e-

# ***Configurazione elettronica***

**Ogni atomo è caratterizzato da una specifica disposizione degli elettroni nei suoi livelli e sottolivelli energetici(ORBITALI). Tale distribuzione prende il nome di configurazione elettronica dell'atomo.**

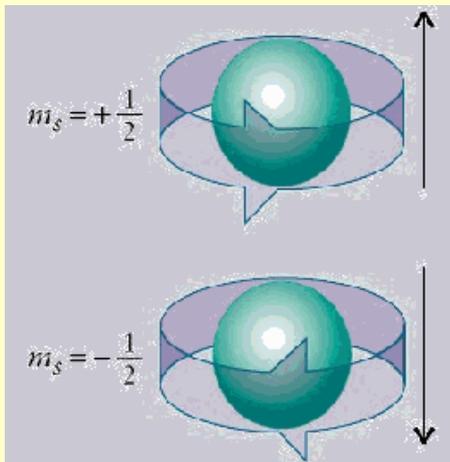
Il procedimento ideale di riempimento degli orbitali avviene seguendo tre principi o criteri operativi:

1) l'"aufbau prinzip" (il principio della costruzione a strati o principio di minima energia): ogni elettrone occupa l'orbitale disponibile a energia più bassa.

## 2 Il principio di esclusione di Pauli

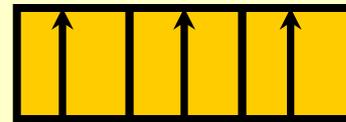
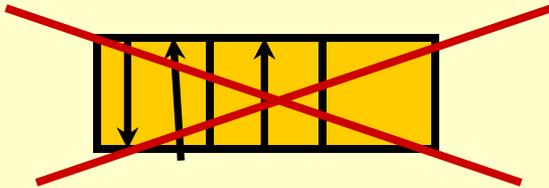
Considerando che un orbitale è definito da tre numeri quantici, mentre il quarto è il numero quantico di spin (che può assumere solo due valori) il principio di Pauli può anche essere enunciato:

**ogni orbitale può essere occupato al massimo da due elettroni, che devono avere spin opposti.**



### 3) La Regola di Hund:

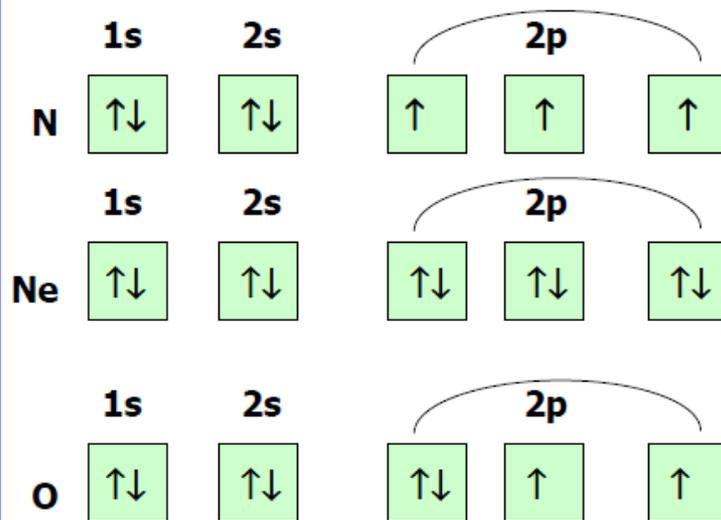
Quando vi sono uno o più orbitali disponibili appartenenti allo stesso sottolivello (cioè che hanno la stessa  $l$  ma  $m$  differente), gli elettroni si dispongono in modo da occuparli, per quanto possibile, singolarmente.



Gli e<sup>-</sup> nell'atomo si possono rappresentare in due modi:

1. secondo il **IL DIAGRAMMA ORBITALICO**;
2. Secondo la **NOTAZIONE spdf**

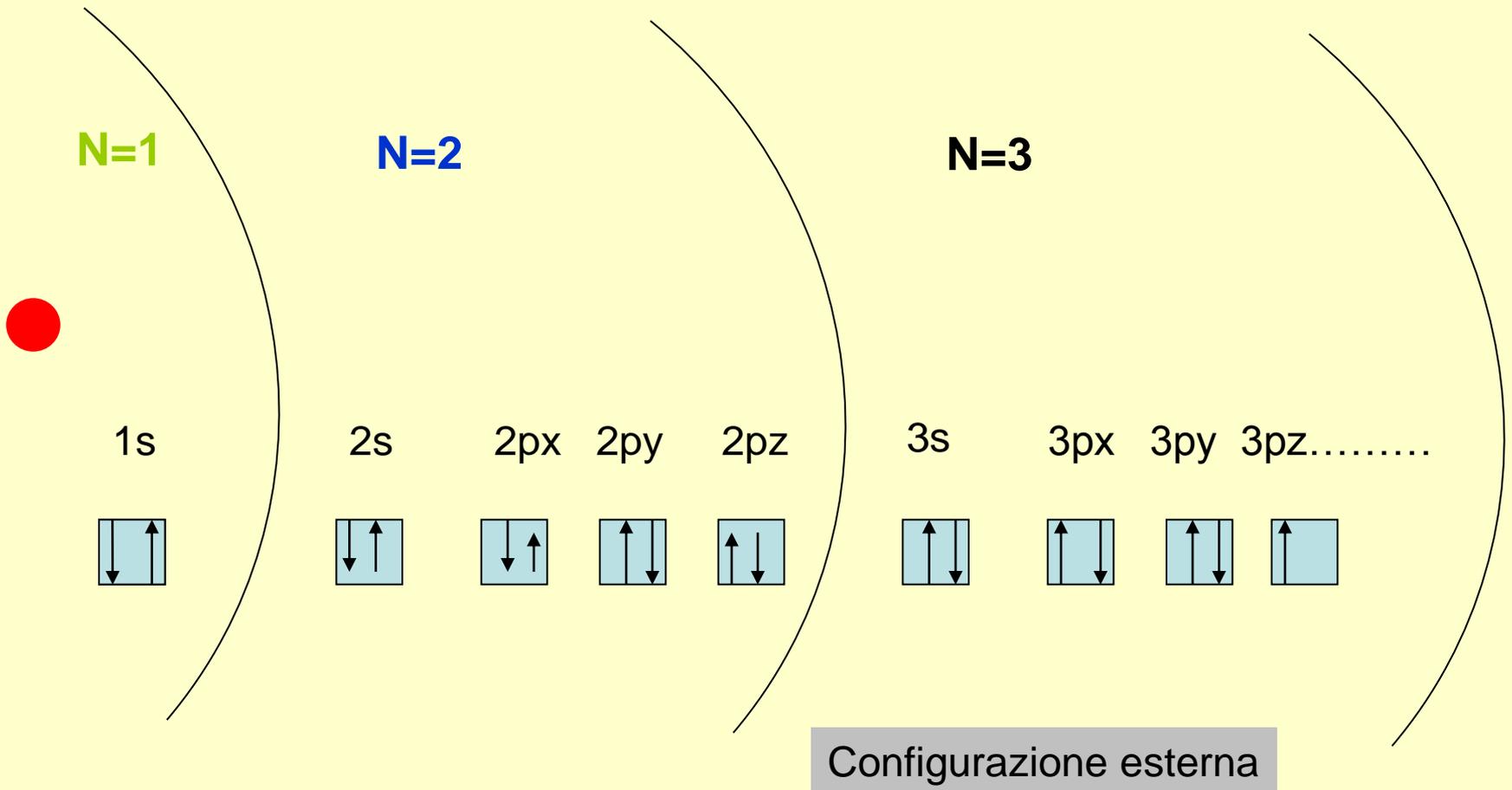
**1) DIAGRAMMA ORBITALICO**  
(le frecce rappresentano gli elettroni)



La sistemazione degli e<sup>-</sup> nei livelli energetici viene realizzata nel seguente modo: nei riquadri vengono inserite due frecce, di verso opposto, che rappresentano due e<sup>-</sup>. Ogni riquadro può ospitare al massimo 2 e<sup>-</sup>. Negli esempi sotto riportati si possono vedere le rappresentazioni elettroniche dell'azoto (Z=7), del neon (Z=10) e dell'ossigeno (Z=8).

A parità di energia gli elettroni occupano gli orbitali in modo da trovarsi spaiati  
**(REGOLA DI HUND)**

# CLORO Cl Z=17



Gruppi dei Metalli alcalini

Gruppi degli Elementi di transizione

Gruppo dei Metalli alcalino-terrosi

RIGHE =  
**PERIODI**  
(stesso  
numero  
quantico  
principale)

1A	2A	B										3A	4A	5A	6A	7A	8A	
1	H	2	Li	Be													He	
2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg	3d <sup>1</sup>									Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	110	111	112	113	114	115	116	117	118
			4f <sup>1</sup>															
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

Gruppo  
dei  
Gas nobili  
o  
inerti

Gruppo  
degli  
Alogeni

Gruppi degli Elementi di transizione interna

COLONNE = **GRUPPI** =  
ELEMENTI CON PROPRIETA'  
SIMILI (stesso numero di  
elettroni di valenza)

**Nella tavola periodica gli elementi sono disposti in ordine di numero atomico crescente, in modo da evidenziare similitudini e ricorrenze di comportamento. Queste similitudini e ricorrenze si verificano per le PROPRIETÀ ATOMICHE.**

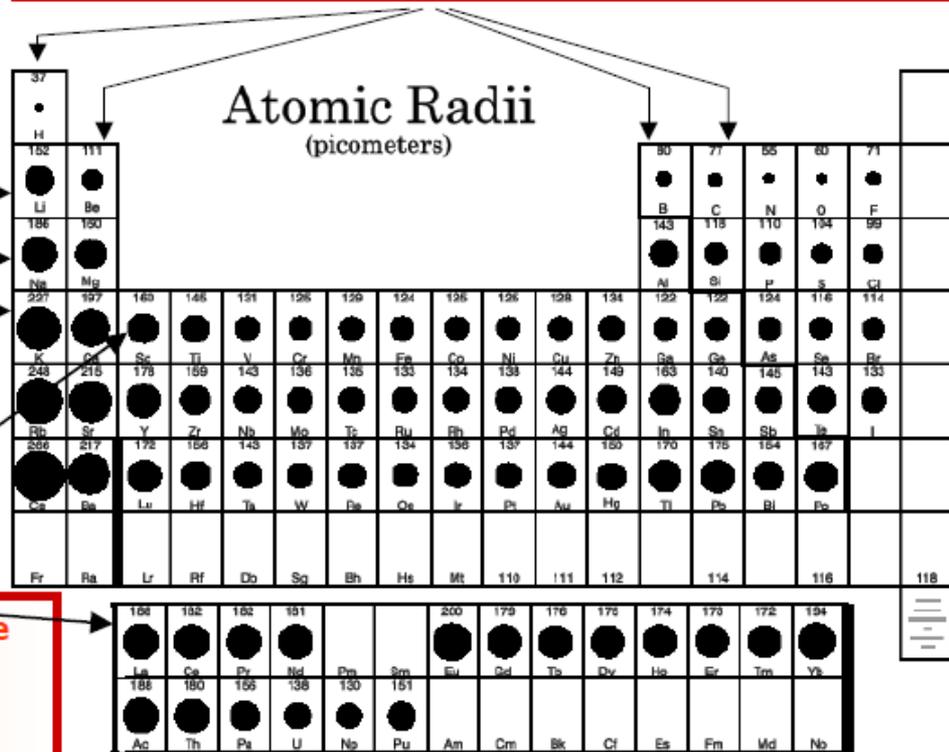
**Le PROPRIETÀ PERIODICHE degli elementi sono:**

- 1. RAGGIO ATOMICO**
- 2. POTENZIALE DI IONIZZAZIONE**
- 3. AFFINITÀ ELETTRONICA**
- 4. ELETTRONEGATIVITÀ**

# 1) RAGGIO ATOMICO

All'interno di un gruppo aumenta il numero quantico n, la nuvola di distribuzione elettronica è più estesa. Dunque all'interno di un gruppo IL RAGGIO ATOMICO AUMENTA.

All'interno di un periodo aumenta il numero di elettroni esterni, ma rimangono costanti gli elettroni dei gusci interni che contribuiscono a schermare la carica nucleare. Dunque all'interno di un periodo IL RAGGIO ATOMICO DIMINUISCE.

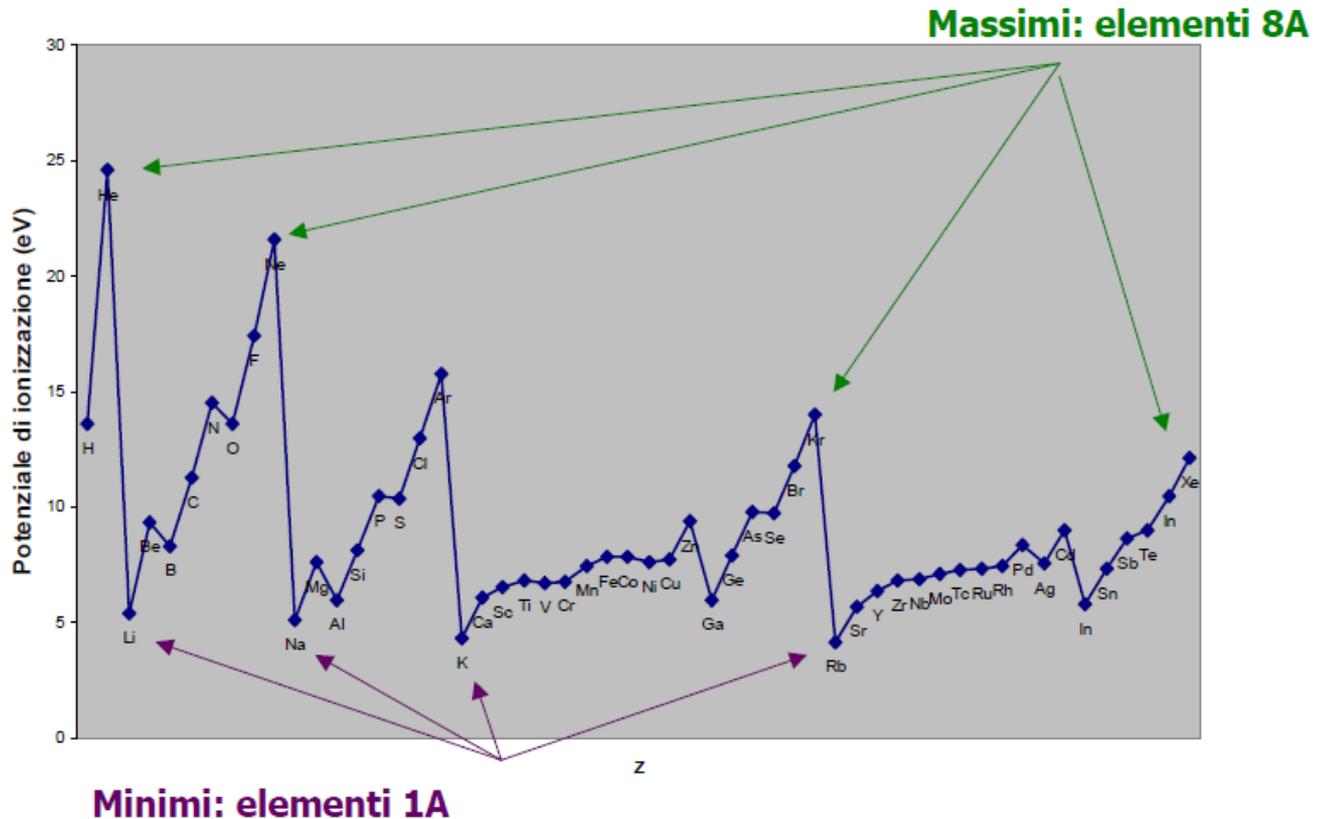


All'interno di una serie di transizione si riempiono dei gusci interni, mentre il guscio più esterno rimane con lo stesso numero di elettroni. Dunque all'interno di una serie di transizione IL RAGGIO ATOMICO RIMANE COSTANTE.

## 2) POTENZIALE DI IONIZZAZIONE

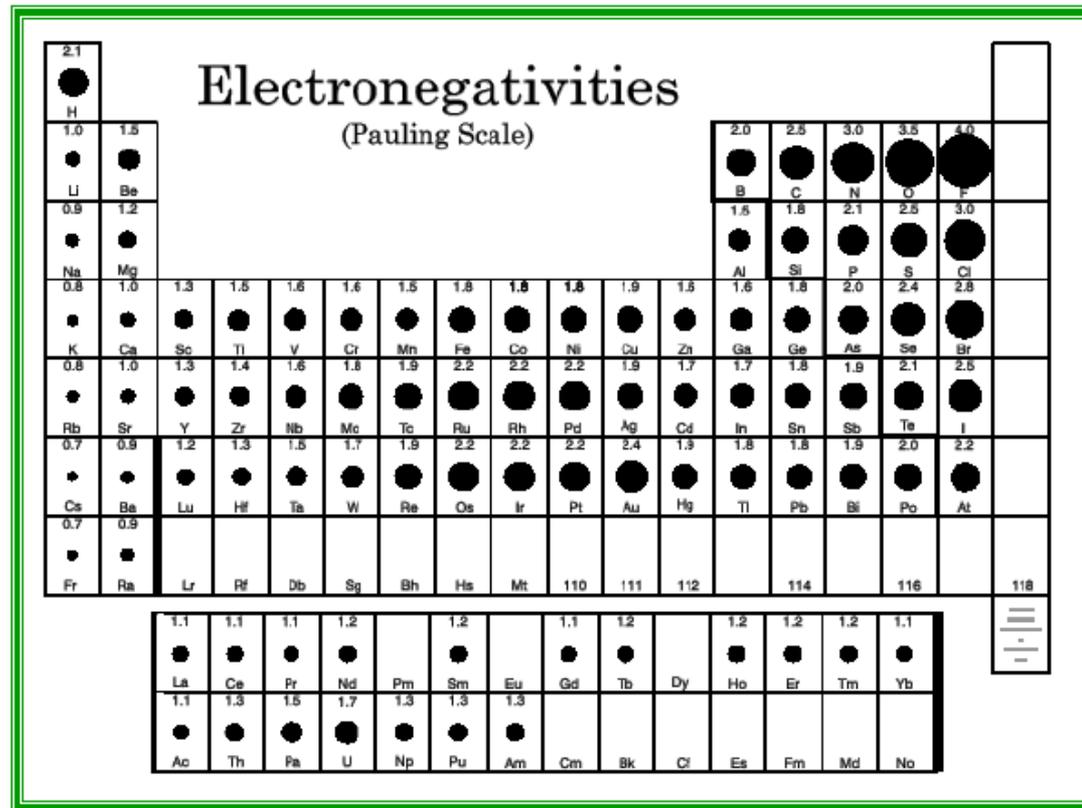
La tendenza di un atomo a cedere elettroni è il **POTENZIALE DI IONIZZAZIONE** (energia necessaria a strappare un elettrone all'atomo)

----> la specie atomica che si origina viene detta **IONE (catione)**, il processo **IONIZZAZIONE**



### 3) AFFINITÀ ELETTRONICA 4) ELETTRONEGATIVITÀ

L'affinità elettronica è l'energia sviluppata quando un atomo accetta un elettrone. L'**ELETTRONEGATIVITÀ** stima l'affinità elettronica (capacità relativa che un atomo ha di attrarre elettroni). Si origina uno **IONE** dotato di carica negativa (anione)



L'elemento ad elettronegatività maggiore è il FLUORO, mentre quello ad elettronegatività minore è il FRANCIÒ.

Da questa proprietà si evince che una specie atomica che ha perso un  $e^-$  prende il nome di CATIONE, mentre una specie che lo ha acquistato prende il nome di ANIONE.

## FORMULE CHIMICHE

Le specie chimiche si rappresentano sinteticamente con delle notazioni dette **formule chimiche**.

Le formule chimiche indicano quali elementi sono presenti in una data specie chimica (o quale elemento, nel caso di una specie elementare) e in quali rapporti essi si trovano.

ESEMPI:     $\text{H}_2\text{O}$     $\text{S}_8$     $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$     $\text{CaSO}_4$

L'informazione *qualitativa* è contenuta nei *simboli* degli elementi costituenti la specie chimica, mentre l'informazione *quantitativa* è data dagli indici numerici che indicano i rapporti di combinazione (*coefficienti stechiometrici*).

Quando l'indice è 1, per semplicità si omette.

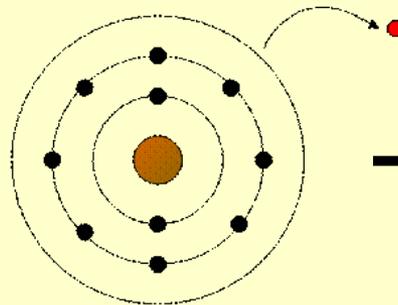
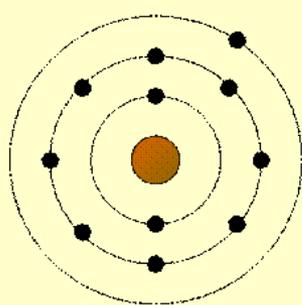
# La natura del legame chimico - Regola dell'ottetto

- Come è stato osservato, i gas nobili sono molto stabili: essi presentano una configurazione esterna costituita da otto elettroni (a eccezione dell'elio, che possiede 2 elettroni). Sulla base di questa constatazione, il chimico statunitense G.N. Lewis (1875-1946) enunciò la regola dell'ottetto:
- **ogni atomo tende, attraverso la formazione di legami chimici, ad acquistare o a perdere o a mettere in compartecipazione elettroni fino a raggiungere una configurazione elettronica esterna costituita da otto elettroni (uguale a quella del gas nobile più vicino nella tavola periodica).**
- La regola dell'ottetto è valida per la maggior parte degli elementi rappresentativi, cioè quelli dei sottogruppi A (da I A a VII A), mentre non è osservata dai metalli di transizione (sottogruppi B) che raggiungono configurazioni stabili differenti da quella dell'ottetto.

# LEGAMI CHIMICI intramolecolari

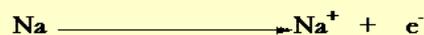
- **La natura del legame chimico - Regola dell'ottetto**
- Le sostanze costituite da atomi isolati sono estremamente rare (tra queste i gas nobili e i metalli allo stato aeriforme e ad alta temperatura). Gli atomi isolati, infatti, sono in generale energeticamente instabili e tendono spontaneamente ad aggregarsi tra di loro attraverso reazioni chimiche perché in tal modo acquistano una maggiore stabilità (o come si dice, si stabilizzano in uno stato energetico minimo). Si definisce legame chimico la forza attrattiva che si stabilisce tra due o più atomi, uguali o diversi, permettendo loro di unirsi formando molecole o aggregati cristallini.

 = Atomo di sodio (Na)



**NEON z= 10**

**Na z=11**



# LEGAMI CHIMICI

- La formazione del legame coinvolge gli elettroni periferici, detti elettroni di valenza. Nel corso di questo processo gli elettroni possono essere trasferiti da un atomo all'altro, oppure essere messi in comune, dando così luogo a diversi tipi di legame.
- **La valenza di un elemento, corrisponde al numero di elettroni che il suo atomo mette in gioco nella formazione di legami chimici.**
- La valenza di un elemento è perciò determinata dai suoi elettroni di valenza (un elemento viene detto monovalente, bivalente, trivalente ecc. a seconda della sua capacità di formare uno, due tre ecc. legami chimici).

I legami fondamentali includono:

-il legame ionico

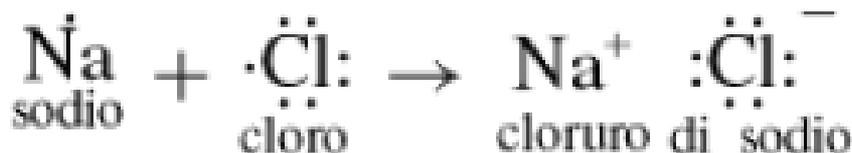
-il legame covalente

-il legame metallico .

## Il legame ionico

Si definisce **legame ionico** la forza di attrazione elettrostatica che si stabilisce tra **due ioni di carica opposta**. Il legame ionico si forma tra atomi o gruppi di atomi tra quali sia avvenuto uno scambio di elettroni: l'atomo o il gruppo atomico che cede elettroni si trasforma in ione positivo (catione), l'atomo o il gruppo atomico che acquista elettroni si trasforma in ione negativo (anione). **Il legame ionico si instaura con facilità tra elementi aventi un'elevata differenza di elettronegatività (superiore a 1,9) ed è tipico dei sali e di molti composti che formano cristalli. Ne è un esempio quello implicato nella formazione di cloruro di sodio, NaCl:**

Neon z=10



Argon z=18

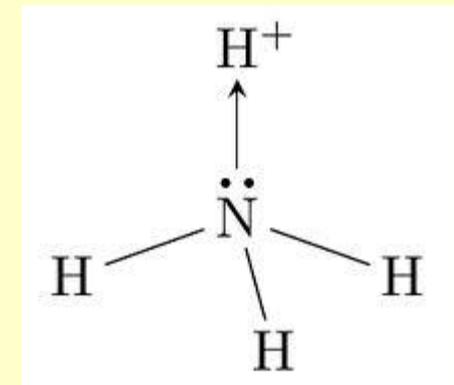
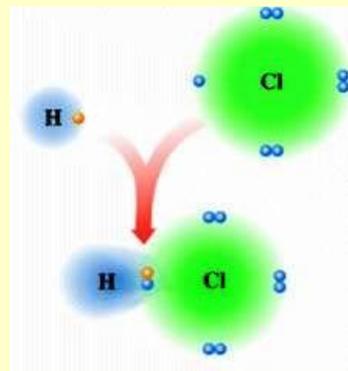
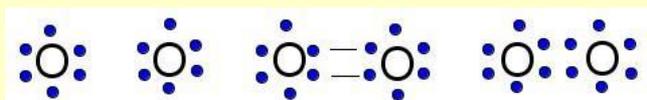
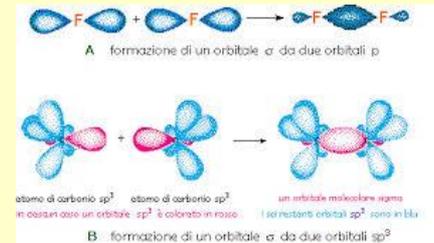
Ognuno dei due ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  assume la configurazione elettronica esterna a otetto, caratteristica dei gas nobili (il sodio assume la configurazione del neo, il cloro quella dell'argo).

- **Il legame covalente**

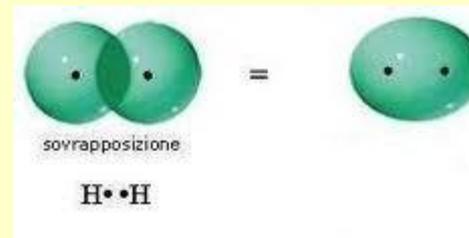
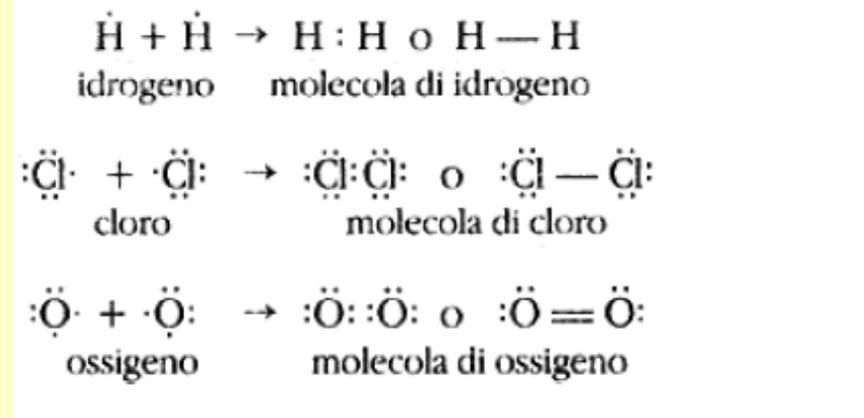
- Si definisce legame covalente (differenza di elettronegatività minore di 1,9) quello che si realizza mediante la condivisione di una o più coppie (o doppietti) di elettroni da parte di due atomi, che in tal modo acquistano la configurazione elettronica esterna stabile (ottetto).

- A seconda del numero di coppie di elettroni condivise, si formano legami covalenti singoli, doppi o tripli..

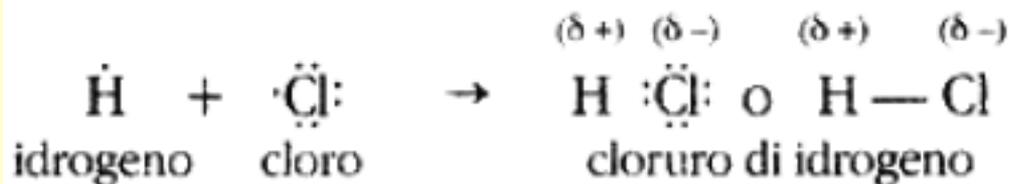
- Il legame covalente si distingue in: legame covalente puro, o omopolare, legame covalente polare, legame dativo.



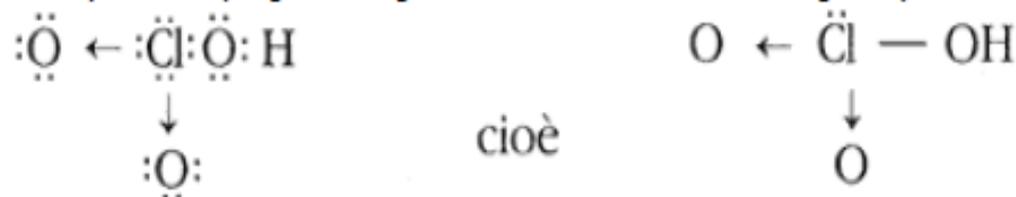
- Il legame covalente puro, od omopolare si stabilisce tra atomi dello stesso elemento (differenza di elettronegatività = 0 ). Per esempio:



Il **legame covalente polare** (o covalente eteropolare) si realizza tra atomi di elementi diversi (ma i due atomi devono avere una differenza di elettronegatività inferiore a 1,7).

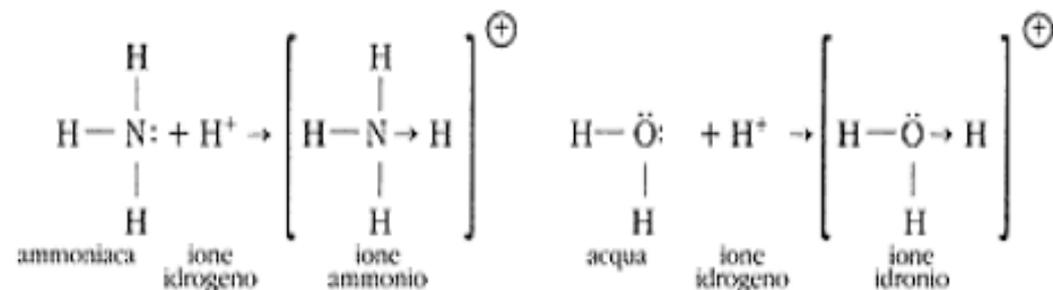


Il **legame covalente dativo** si stabilisce quando la coppia di elettroni di legame proviene da uno solo dei due atomi (atomo donatore) e viene "ospitata" dall'altro atomo (atomo accettore). Per esempio, nell'acido clorico,  $\text{HClO}_3$ , l'atomo di cloro (donatore) lega con legame dativo due atomi di ossigeno (accettori) (il legame dativo si



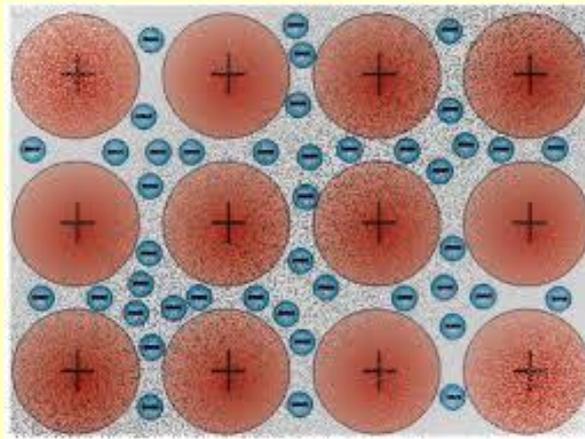
indica con una freccia ?): **acido clorico**

Una caso particolare di legame dativo è il **legame di coordinazione**, presente nello ione ammonio,  $\text{NH}_4^+$  (formato da ammoniaca e dallo ione  $\text{H}^+$ ) e nello ione idronio  $\text{H}_3\text{O}^+$  (formato dall'acqua e dallo ione  $\text{H}^+$ ).

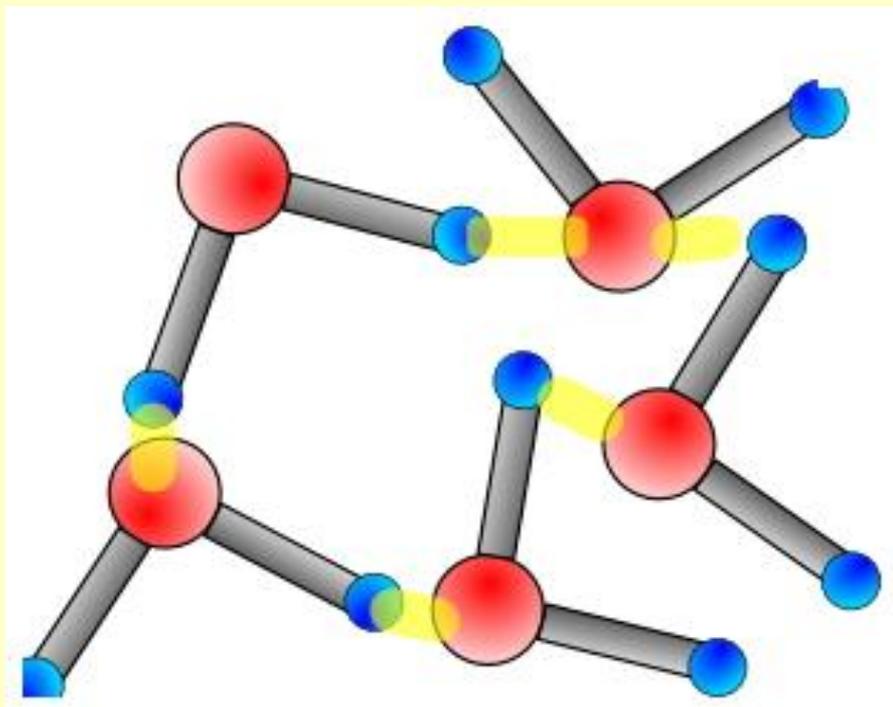


## Il legame metallico

Le proprietà dei metalli vengono interpretate in base a un modello secondo cui **la loro struttura** è caratterizzata da **un insieme di ioni positivi immersi in un "mare di elettroni"** (gli elettroni di valenza dei vari atomi) relativamente liberi di muoversi (cioè delocalizzati). Il **legame metallico è dovuto all'attrazione elettrostatica** che si stabilisce tra gli elettroni di valenza "mobili" e gli ioni positivi.



# LEGAMI CHIMICI **intermolecolari**



# INTERAZIONI TRA MOLECOLE E TRA IONI E MOLECOLE

Sono attrazioni più deboli dei legami veri e propri, poiché si instaurano fra molecole che già possiedono legami capaci di esistere in forma stabile.

Sono importanti nel determinare le proprietà fisiche delle sostanze (stati di aggregazione, temperature di fusione, ebollizione,...).

Sono di natura elettrostatica e si dividono in:

1. **Forze di van der Waals**
2. **Legami a idrogeno** (o a ponte di idrogeno)
3. **Interazioni tra molecole polari** (ione-dipolo).

# 1. Le **FORZE DI VAN DER WAALS** (o attrazioni fra molecole):

forze elettrostatiche che si esercitano fra molecole non polari o polari.

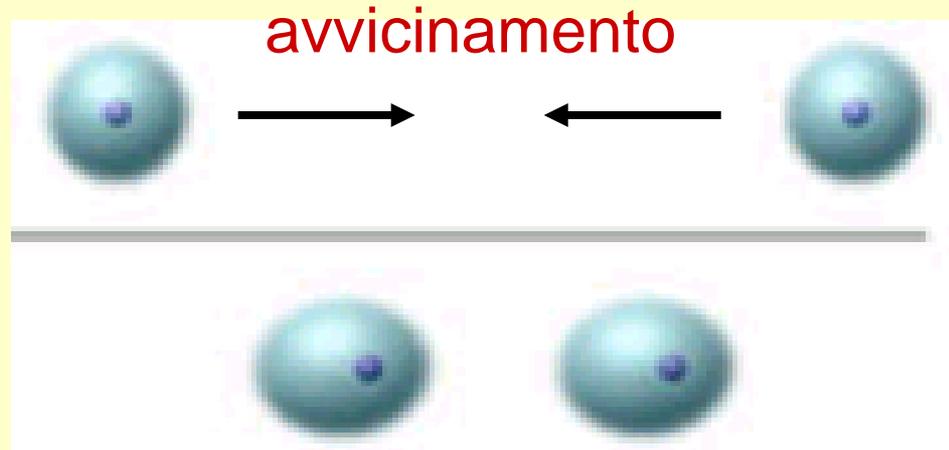
- **Fra molecole polari**, l'estremità positiva di una molecola attrae l'estremità negativa di un'altra:



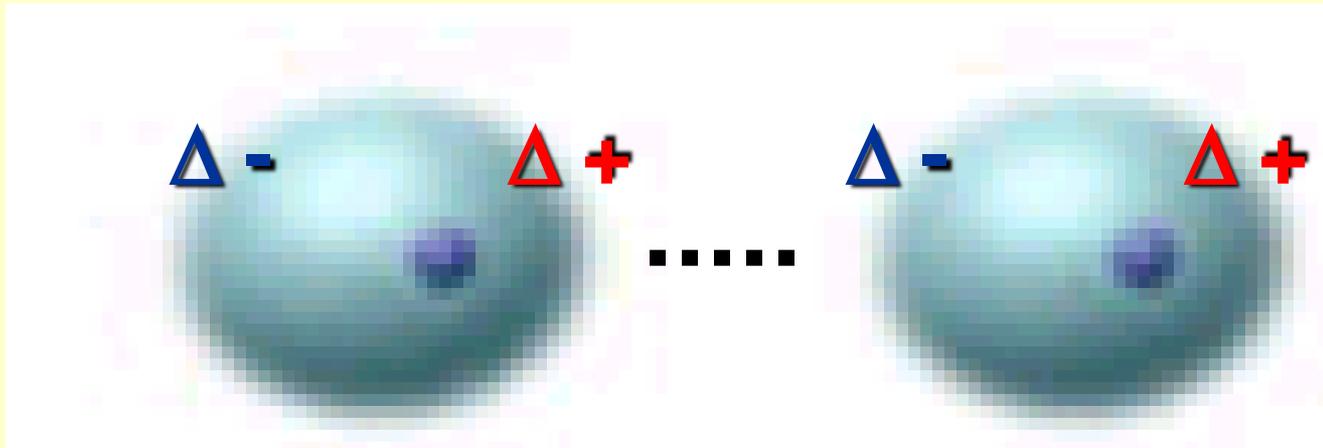
- **Fra molecole non polari** (gas nobili allo stato liquido, iodio..) si instaurano perché si può ritenere che, in istanti definiti, il movimento degli elettroni provoca la formazione di dipoli istantanei che cambiano continuamente e polarizzano le molecole vicine.

# LEGAME DIPOLO INDOTTO - DIPOLO INDOTTO

Molecole non polari

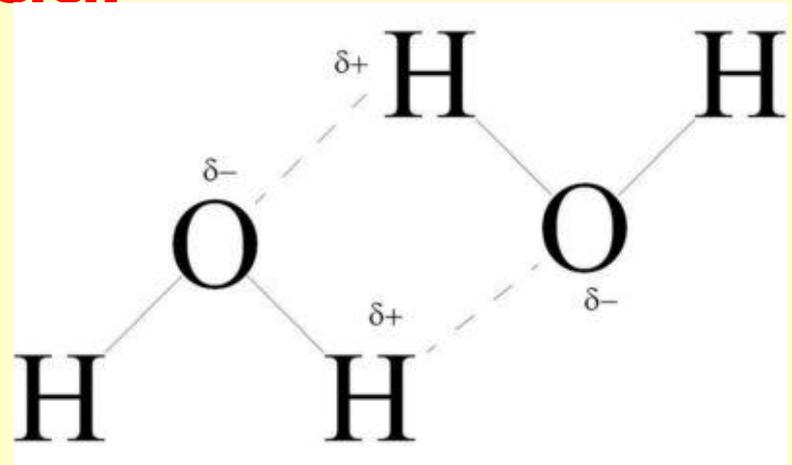
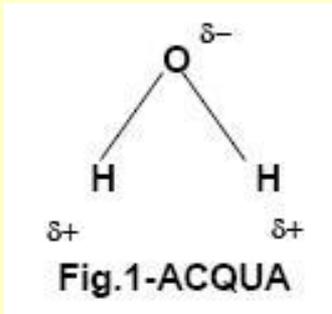


diventano polari per l'effetto attrattivo  
che il nucleo di una molecola esercita sulla nube elettronica di  
una seconda molecola in avvicinamento



2. Il **LEGAME A IDROGENO**: attrazione che si esercita fra un atomo di idrogeno, legato covalentemente ad un atomo N, O, F (fortemente elettronegativi) di una molecola e un atomo di N, O, F, di un'altra molecola.

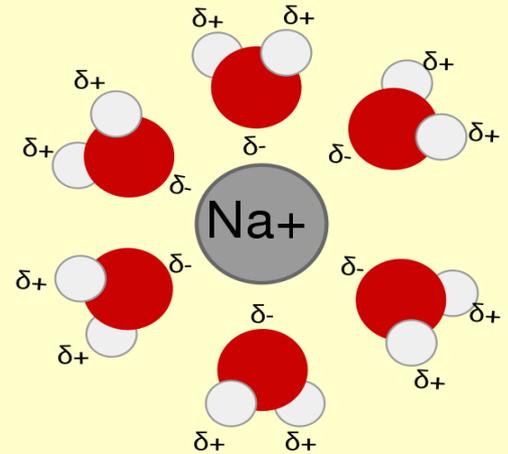
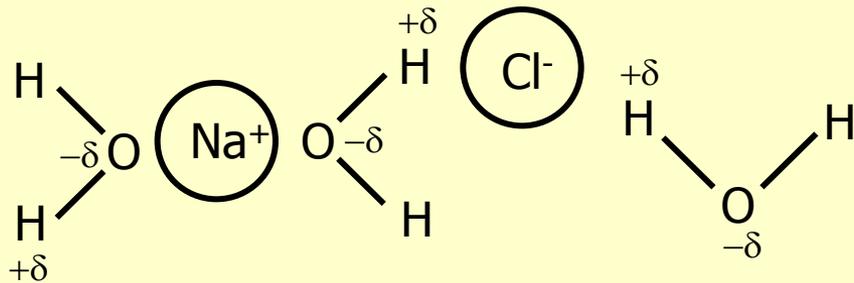
**Esempi: fra molecole d'acqua, fra molecole di ammoniaca, fra molecole di alcol e nei legami intramolecolari e intermolecolari di proteine, polisaccaridi o acidi nucleici.**



A causa della presenza del legame idrogeno, l'acqua ha un punto di ebollizione maggiore rispetto a composti aventi lo stesso peso molecolare o poco maggiore (H<sub>2</sub>S).

3. Le **INTERAZIONI FRA IONI E MOLECOLE POLARI**: forze elettrostatiche che si esercitano fra uno ione e più molecole polari.

Un esempio classico è l'idratazione degli ioni del sale da cucina NaCl sciolto in acqua: in soluzione, gli ioni sono circondati da molecole d'acqua che rivolgono la loro estremità polarizzata di segno opposto alla carica dello ione:



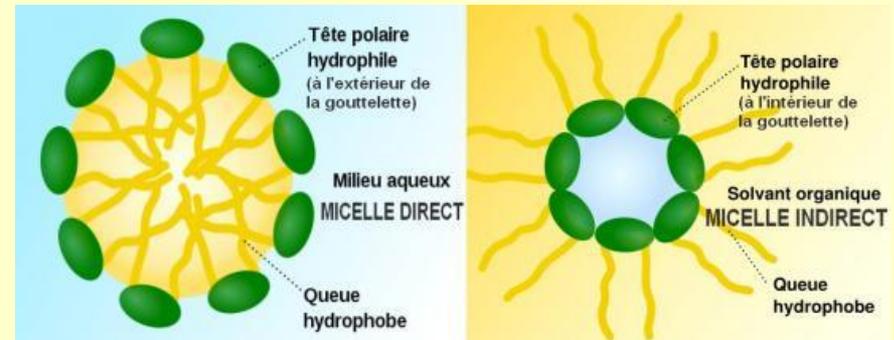
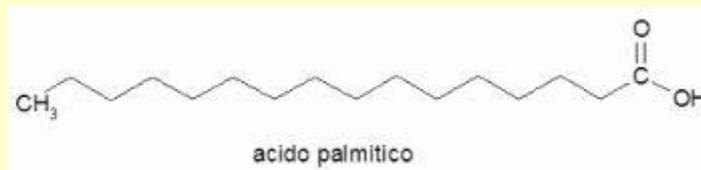
Si dice che in acqua gli ioni non sono nudi, ma circondati da un guscio di molecole d'acqua legate con interazione ione-dipolo.

# Effetto idrofobico

Le interazioni fra acqua e superfici non polari non sono favorevoli: proprio come l'olio disperso nell'acqua tende a raccogliersi in un'unica goccia, anche i gruppi non polari nelle proteine tendono ad aggregarsi, per ridurre la superficie apolare a contatto con l'acqua.

Questa preferenza di specie non polari per ambienti non acquosi viene detto **effetto idrofobico**: esso è uno dei principali fattori di stabilità delle proteine.

**L'effetto idrofobico fa sì che sostanze non polari minimizzino il loro contatto con l'acqua, e molecole anfipatiche (come per esempio i detergenti) formino micelle in soluzioni acquose.**



# RICHIAMI di chimica del Carbonio

- **LA CHIMICA DEL CARBONIO** E' QUELLA PARTE DELLA CHIMICA CHE STUDIA IL CARBONIO E TUTTI I SUOI DERIVATI.
- **I COMPOSTI DEL CARBONIO POSSONO ESSERE NATURALI (PROTEINE, ACIDI NUCLEICI, LIPIDI E CARBOIDRATI)...**

Composti del carbonio

**IDROCARBURI**

Formati solo da carbonio e idrogeno

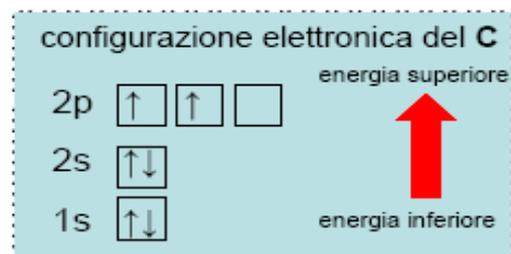
**MOLECOLE ORGANICHE**

Contengono anche altre funzionalità ammidica, carbossilica, ossidrilica, carbonilica...

## CHIMICA ORGANICA = STUDIO DEI COMPOSTI DEL CARBONIO

**C** → elemento del secondo periodo della tavola periodica;

numero atomico = 6



Gli elettroni si possono assegnare a strati o gusci diversi, a varie distanze dal nucleo. Nell'ambito di ciascun strato gli elettroni sono organizzati in coppie entro determinate regioni dello spazio dette **orbitali**.

Nel proprio strato di valenza il carbonio possiede quattro elettroni, due dei quali si trovano appaiati nell'orbitale 2s e due altri, spaiati, in altrettanti orbitali 2p.

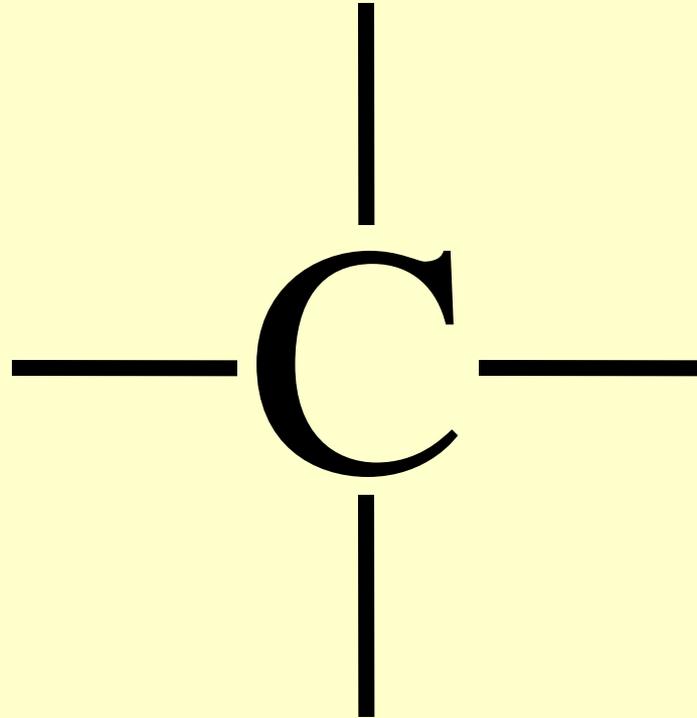


*orbitale s*



*orbitale p*

4 legami ??????????





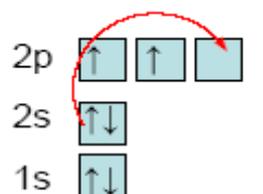
Per costituire quattro legami, il carbonio deve condividere altrettanti elettroni, ma solo due dei suoi elettroni risultano spaiati.

Perché, dunque, il carbonio è **tetravalente**?

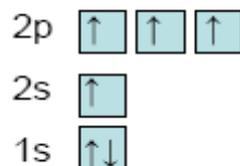
Il carbonio adotta una configurazione differente da quella dello stato fondamentale promuovendo un elettrone dall'orbitale 2s completo all'orbitale 2p<sub>z</sub> vuoto. In tale configurazione il carbonio possiede quattro elettroni spaiati ed è in grado di formare altrettanti legami con l'idrogeno.

### IBRIDAZIONE

L'orbitale s e i tre orbitali p si combinano matematicamente (si ibridizzano) dando luogo a quattro orbitali atomici equivalenti orientati nello spazio secondo i vertici di un tetraedro regolare.



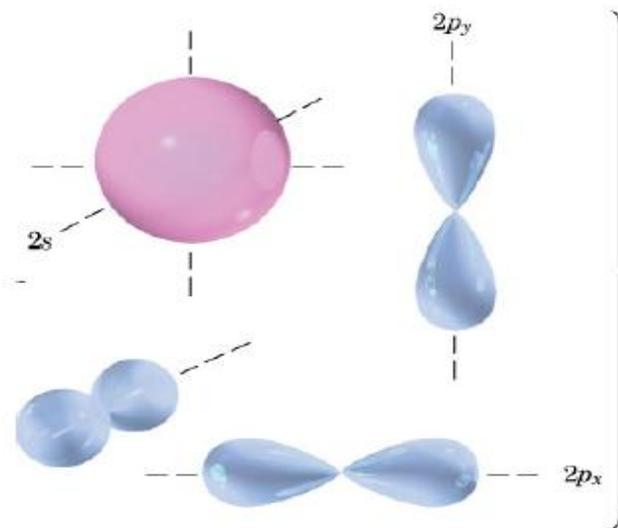
stato fondamentale



stato eccitato



orbitale sp<sup>3</sup>



Ibridizzazione →

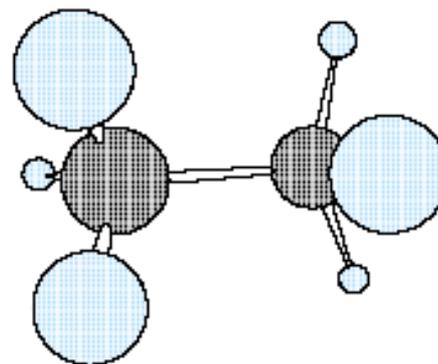
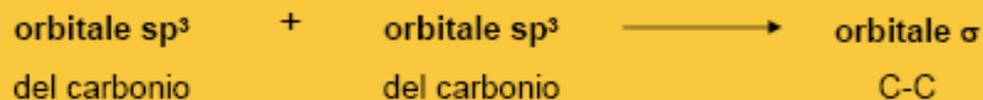


Quattro orbitali  $sp^3$  tetraedrici



Orbitale  $sp^3$

Una particolare caratteristica del carbonio è la sua attitudine a formare legami covalenti con altri atomi di carbonio. **Due atomi di carbonio si legano reciprocamente mediante sovrapposizione dei loro orbitali ibridi  $sp^3$ .**

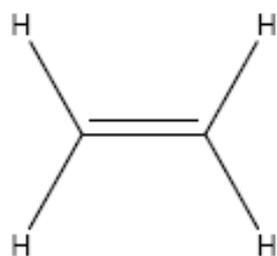


**C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> = etene**

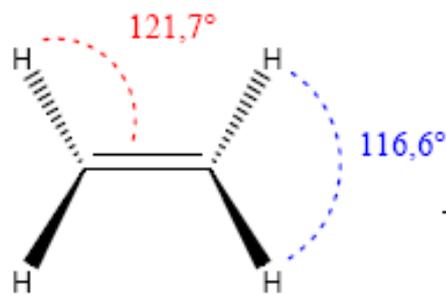
**IBRIDAZIONE sp<sup>2</sup>**

Quando si “mescolano” un orbitale 2s e due orbitali 2p, si formano 3 orbitali ibridi **sp<sup>2</sup>**, i cui lobi sono diretti ai vertici di un triangolo equilatero con angoli di 120°. La geometria quindi è planare-triangolare.

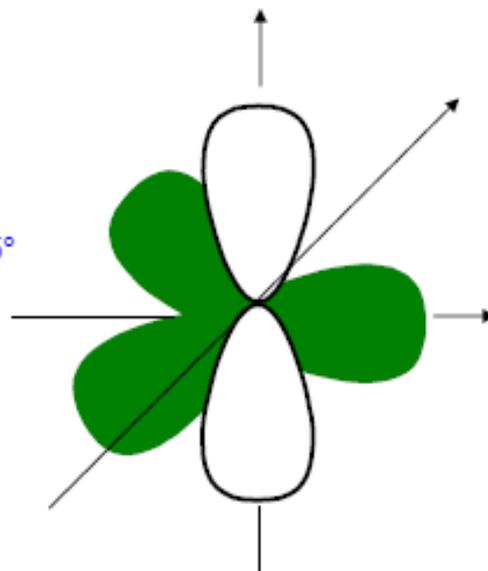
L' orbitale p<sub>z</sub> non ibridato invece orienta i suoi due lobi al di sopra e al disotto del piano del triangolo individuato dai tre orbitali ibridi



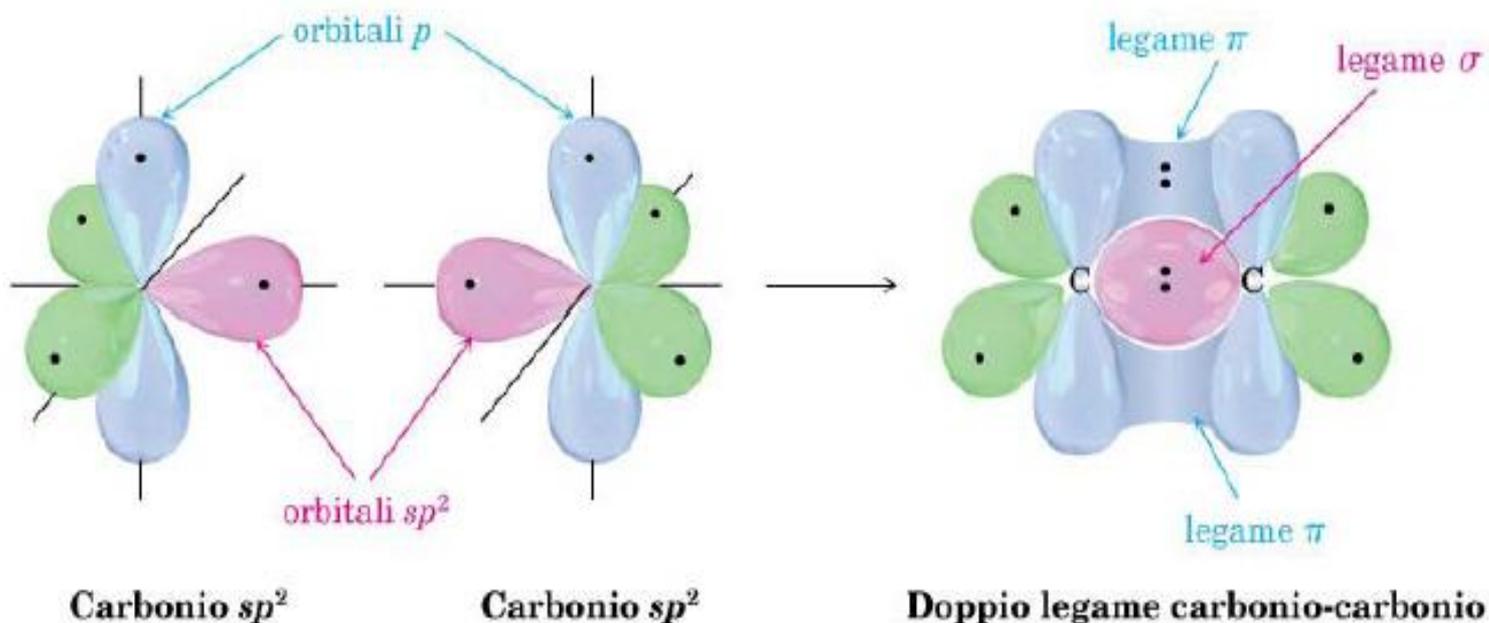
vista dall'alto

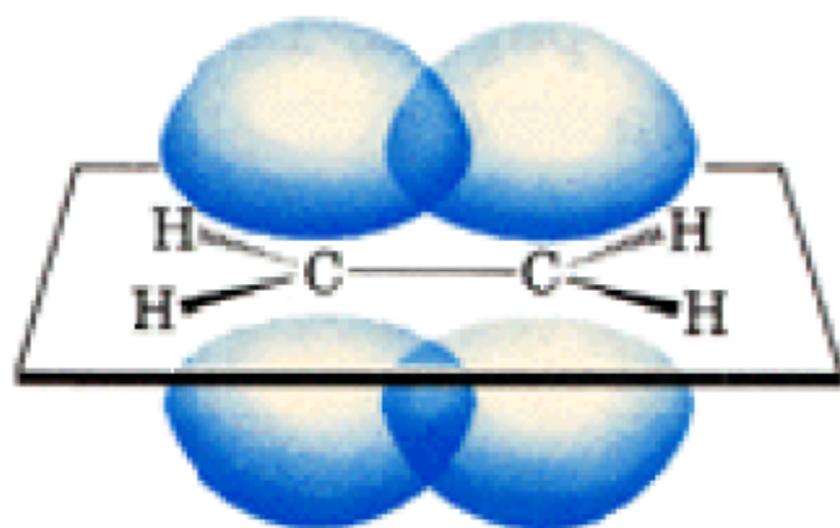
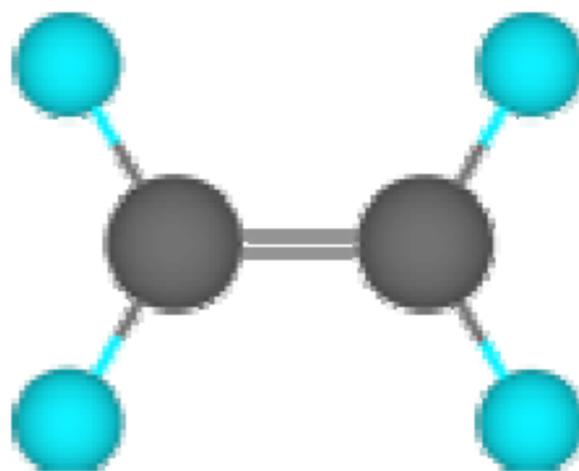


vista laterale



Se consentiamo che due atomi di carbonio ibridizzati  $sp^2$  si accostino, essi formeranno un forte legame  $\sigma$  per sovrapposizione  $sp^2-sp^2$  e, quando ciò avviene, anche gli orbitali  $p$  non ibridizzati, ancora presenti su ciascun carbonio, si avvicineranno per sovrapporsi e formare un legame  $\pi$ .





Affinché si possa formare il legame  $\pi$ , gli orbitali p devono essere paralleli, ne segue che tra due atomi legati da un doppio legame non si può avere libera rotazione, che è invece possibile attorno al legame semplice  $\sigma$ .

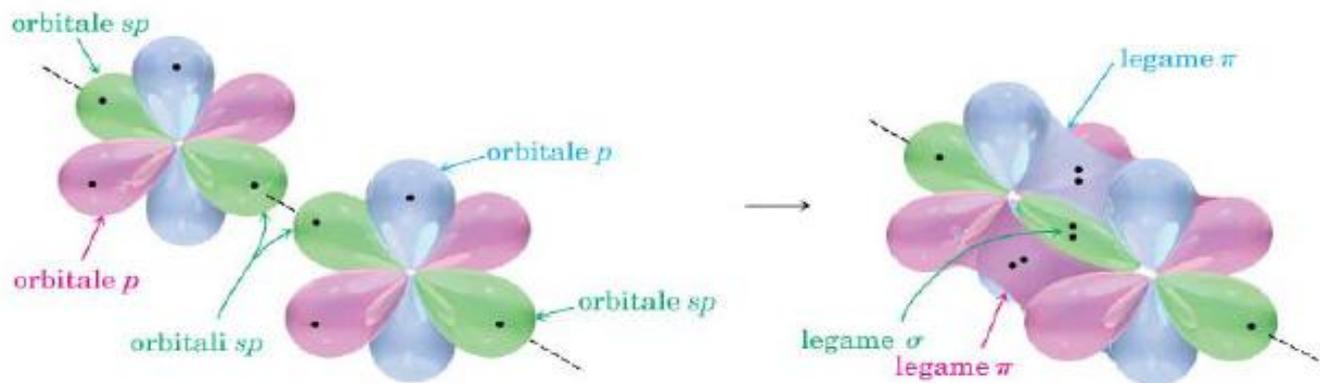
Questa situazione caratterizza gli ALCENI, gli idrocarburi che contengono un doppio legame C-C.



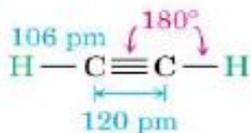
## IBRIDAZIONE $sp$

L'esistenza del triplo legame esige che si costruisca un terzo tipo di orbitale ibrido, l'ibrido  $sp$ . L'orbitale  $2s$  si combina con un solo orbitale  $2p$ . Ne scaturiscono due orbitali ibridi  $sp$ , mentre rimangono immutati due orbitali  $p$ .

I due orbitali  $sp$  sono allineati, cioè orientati a  $180^\circ$  l'uno rispetto all'altro, mentre i due orbitali  $p$  rimanenti sono perpendicolari agli ibridi.

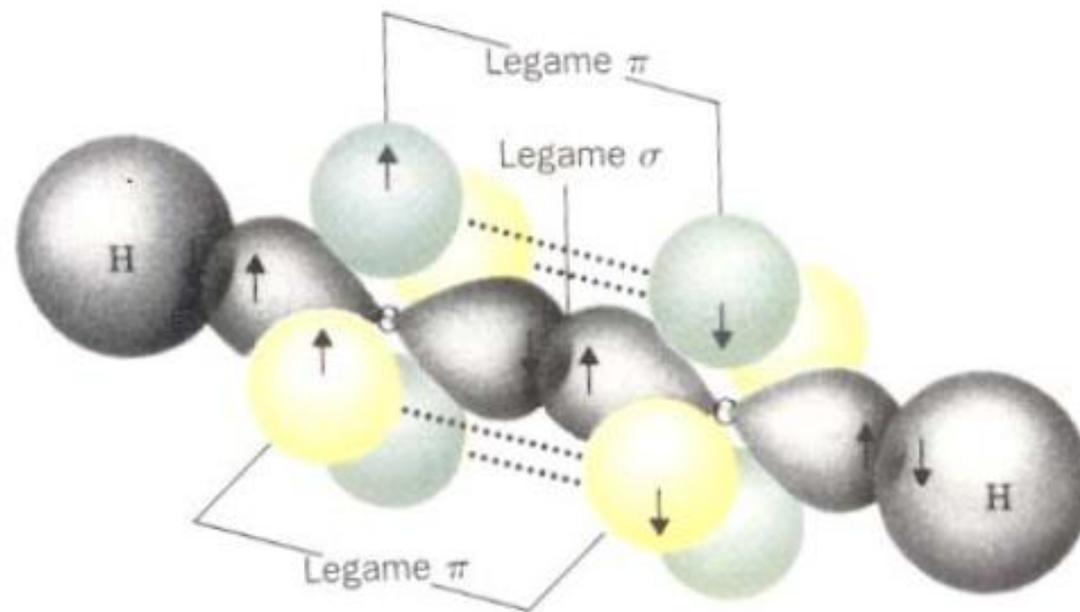


**Tripla legame carbonio-carbonio**

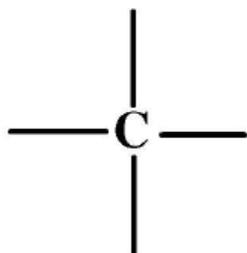


Nella formazione dei legami molecolari ogni atomo di carbonio impiega i due orbitali ibridi  $sp$  per formare 2 legami  $\sigma$  (uno con un atomo di idrogeno l'altro con un atomo di carbonio).

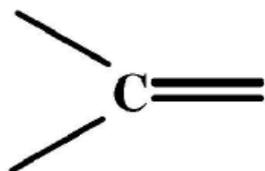
Invece i due orbitali non ibridi dei due atomi di carbonio si sovrappongono lateralmente per formare due legami  $p$ .



In chimica organica il CARBONIO forma sempre in totale 4 legami che possono essere di varia natura.



4 legami semplici = 4 legami



2 legami semplici + 1 doppio = 4 legami



1 legame semplice + 1 triplo = 4 legami

# Gli idrocarburi

Composti formati da C e H

# IDROCARBURI

Sono la più semplice classe di composti, costituiti solo da C e H.

Vengono classificati in:

## 1) Alifatici (a catena aperta o chiusa)

A) Saturi: solo legami semplici

- alcani

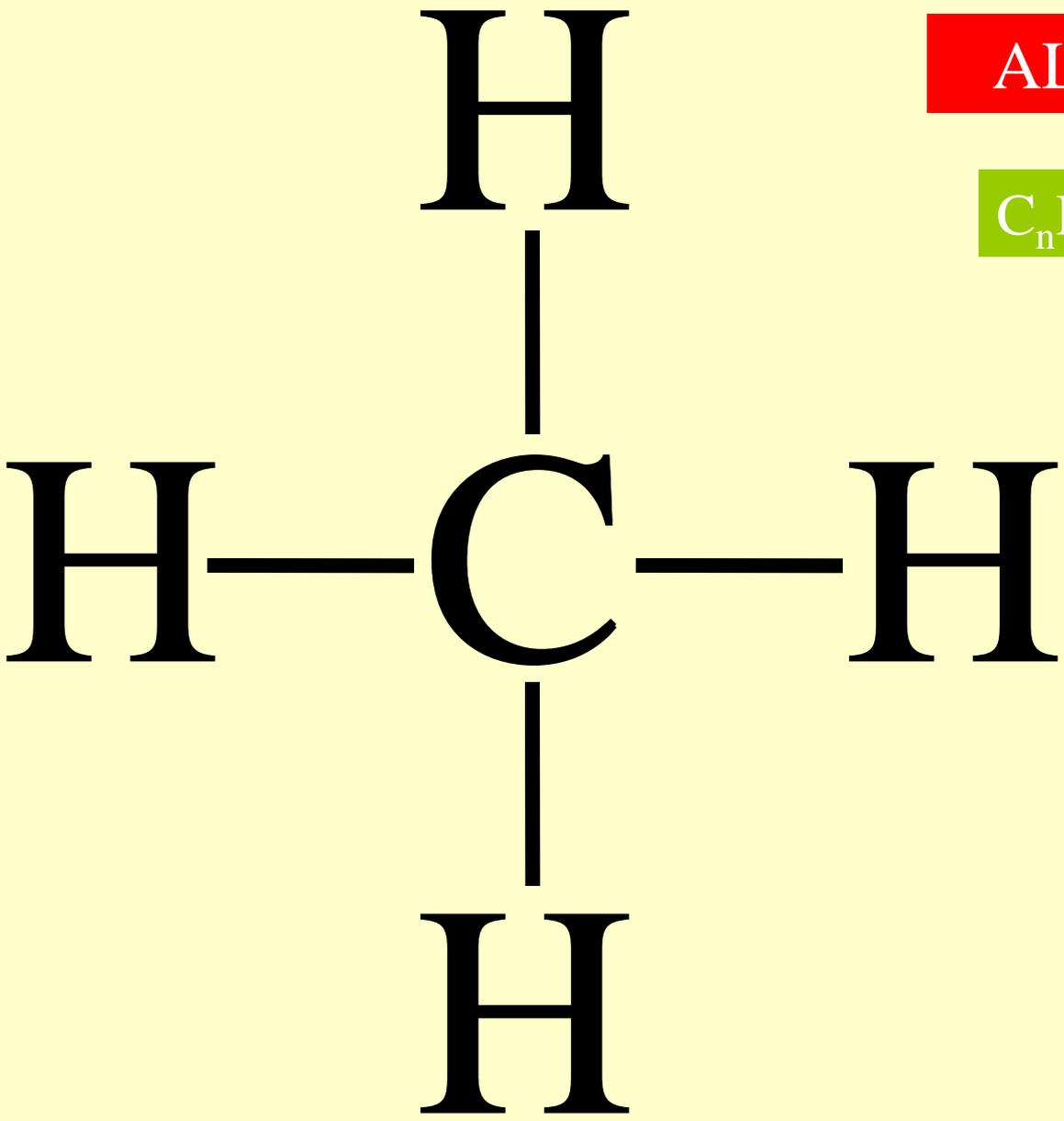
B) Insaturi : almeno un legame doppio o triplo

- alcheni

- alchini

## 2) Aromatici:

- Benzene



ALCANI



Ibridazione  $sp^3$

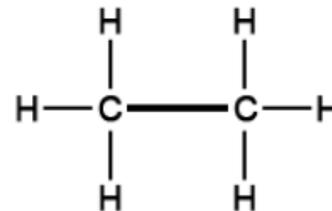
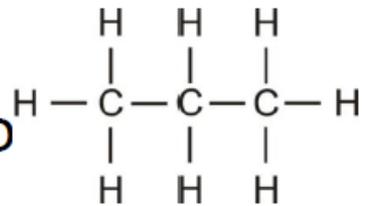


metano

## NOMENCALTURA

Gli alcani più piccoli hanno un nome proprio

- Metano ( $\text{CH}_4$ )
- Etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ )
- Propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )
- Butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )



Per gli altri si usa:

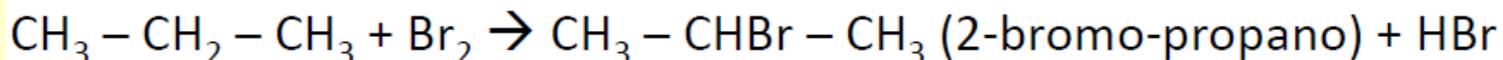
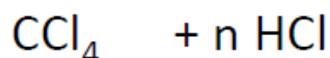
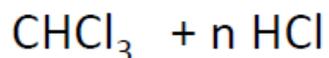
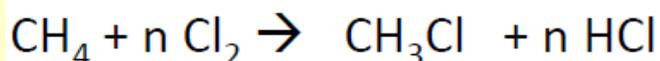
- a) Il prefisso che indica il numero di C
- b) Il suffisso -ano

## Reazioni degli alcani

- 1) **Sostituzione radicalica** ( Alogenazione, indotta da luce o calore; produzione di alogenuri alchilici RX e acido alogenidrico corrispondente)

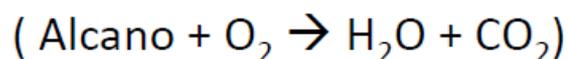


Es:

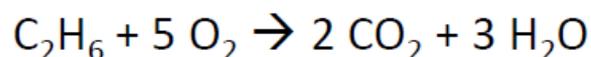


## 2) Ossidazione:

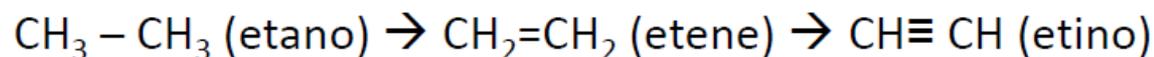
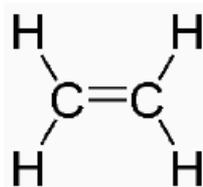
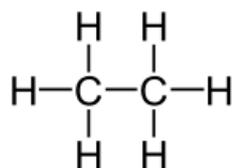
### - Combustione:



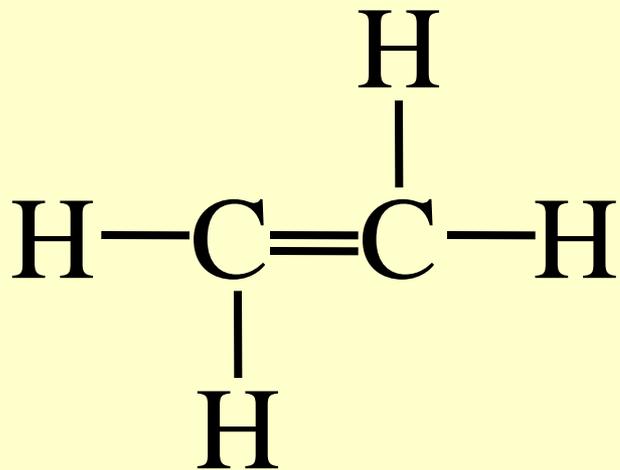
N.B si bilancia in ordine C, H, O



### - Deidrogenazione :(produzione di alcheni o di alchini)

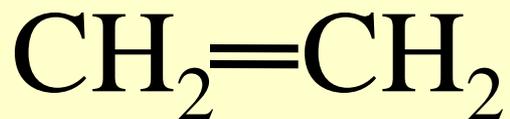
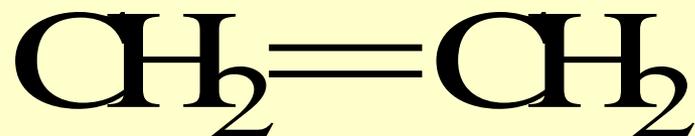


- Cracking: frammentazione di una catena idrocarburica lunga in frammenti più piccoli, condotta ad alta temperatura e in presenza di catalizzatori



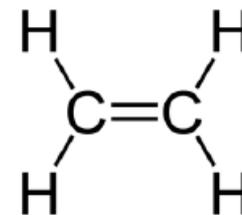
Etene

ALCHENI



Ibridazione  $sp^2$

## ALCHENI (OLEFINE)



- È presente almeno un doppio legame ( $\sigma + \pi$ )
- Gli atomi di C impegnati nel doppio legame hanno ibridazione  $sp^2$

Hanno formula generale uguale a quella dei cicloalcani ma struttura e proprietà molto diverse.



### NOMENCLATURA:

Il nome degli alcheni più piccoli comuni è:

- 1) Etene/etilene
- 2) Propene/propilene
- 3) Butene etc...

Per gli altri si usa:

- Prefisso per indicare il numero di atomi di C
- Suffisso -ene

# REAZIONI DEGLI ALCENI

- ADDIZIONE ELETTROFILA AL DOPPIO LEGAME:

- Idrogenazione → alcano corrispondente



- Idratazione → alcool



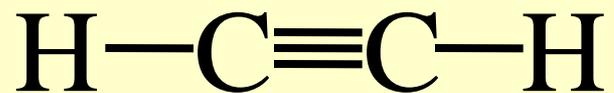
- Alogenazione

Alchene + X<sub>2</sub> → Di-alogenuri

- Addizione di acidi alogenidrici

Alchene + HX → alogenuro alchilico





Etino

ALCHINI



Ibridazione sp

# ALCHINI

- È presente almeno un triplo legame ( $\sigma + 2\pi$ )
- Gli atomi di C impegnati nel triplo legame hanno ibridazione sp

Hanno formula generale:



## NOMENCLATURA:

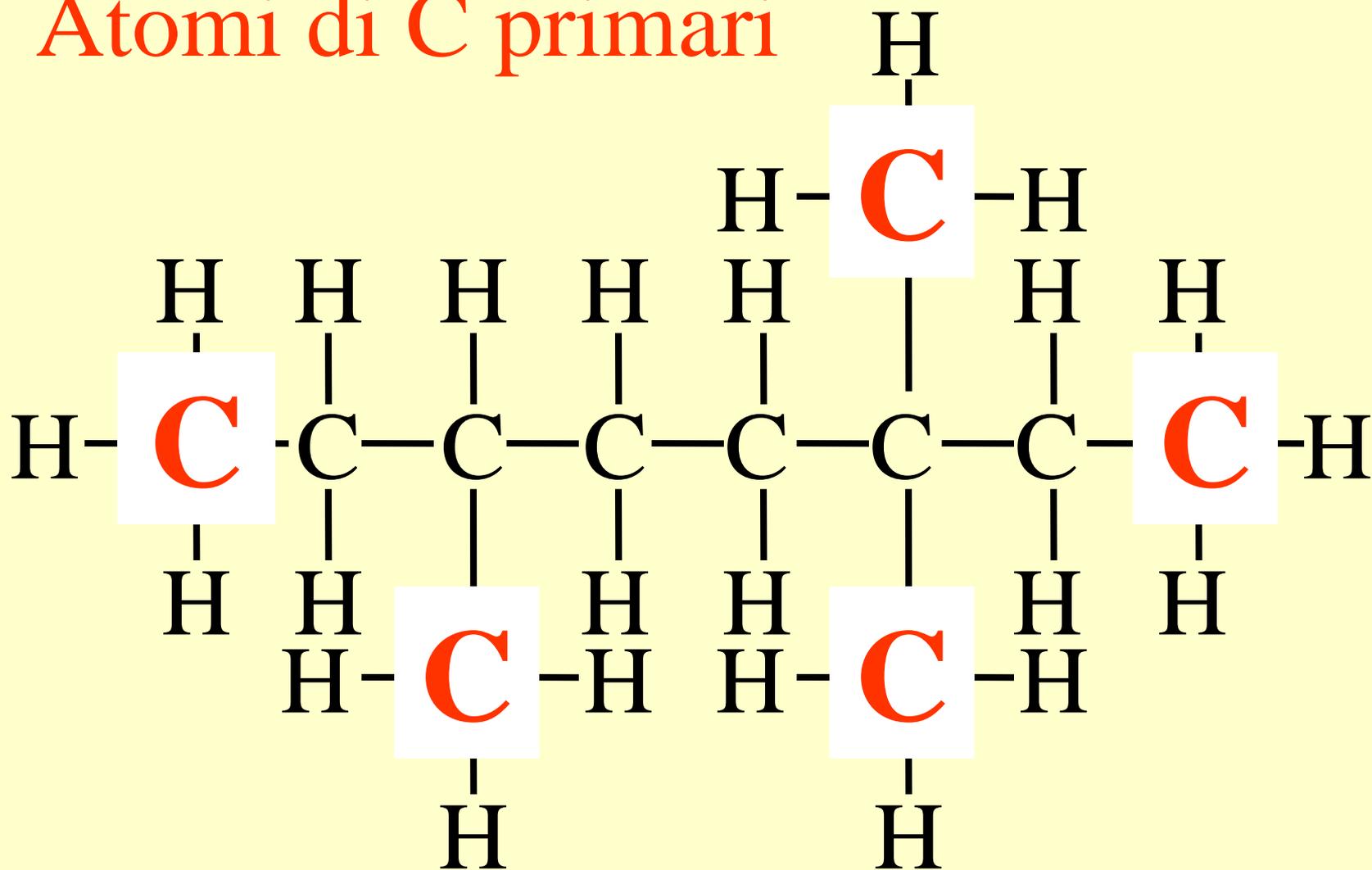
Il nome degli alchini più piccoli è quello comune:

- Etino (Acetilene)
- Propino

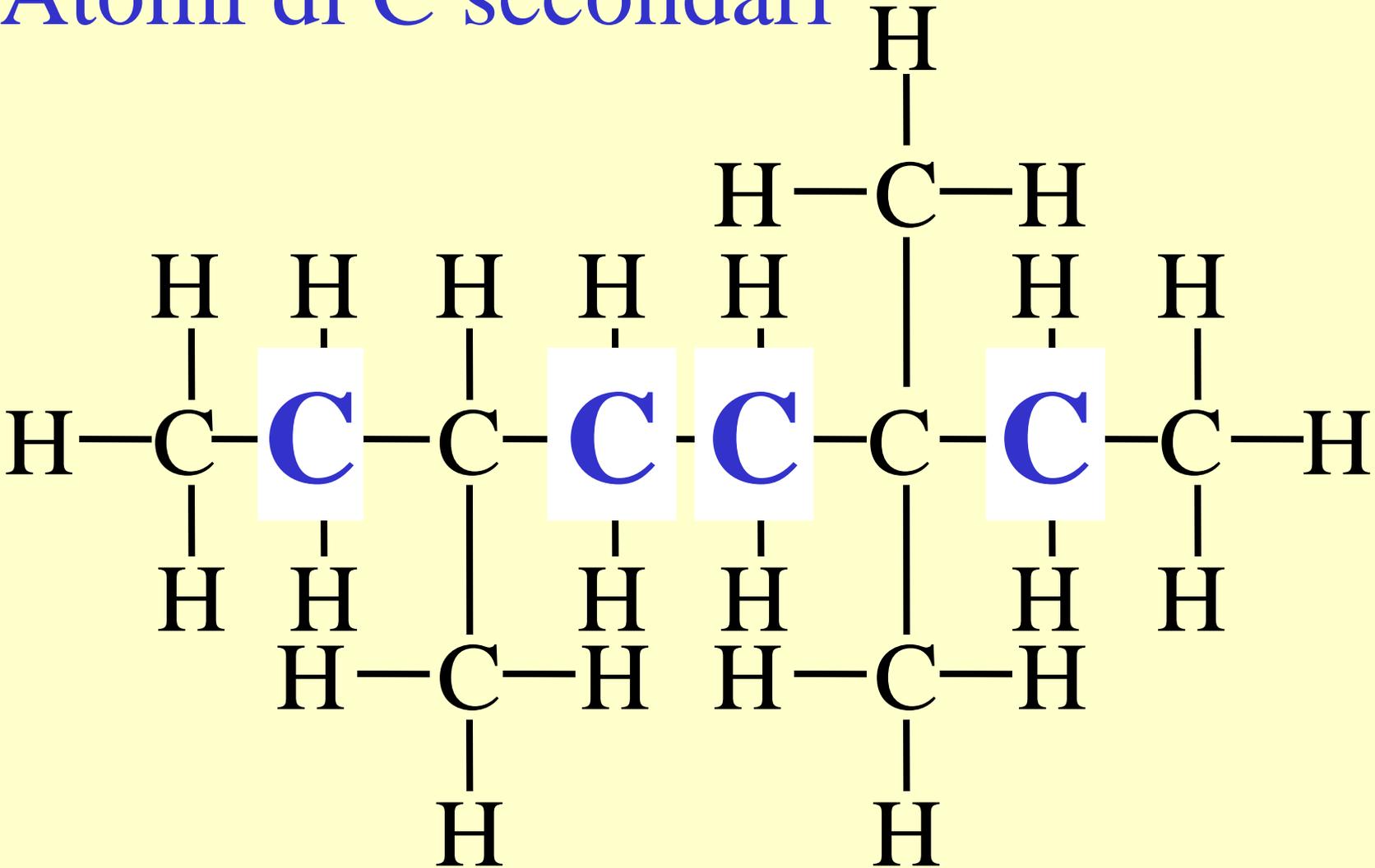
Per gli altri si usa:

- Un prefisso che indica il numero di atomi di C
- Il suffisso -ino

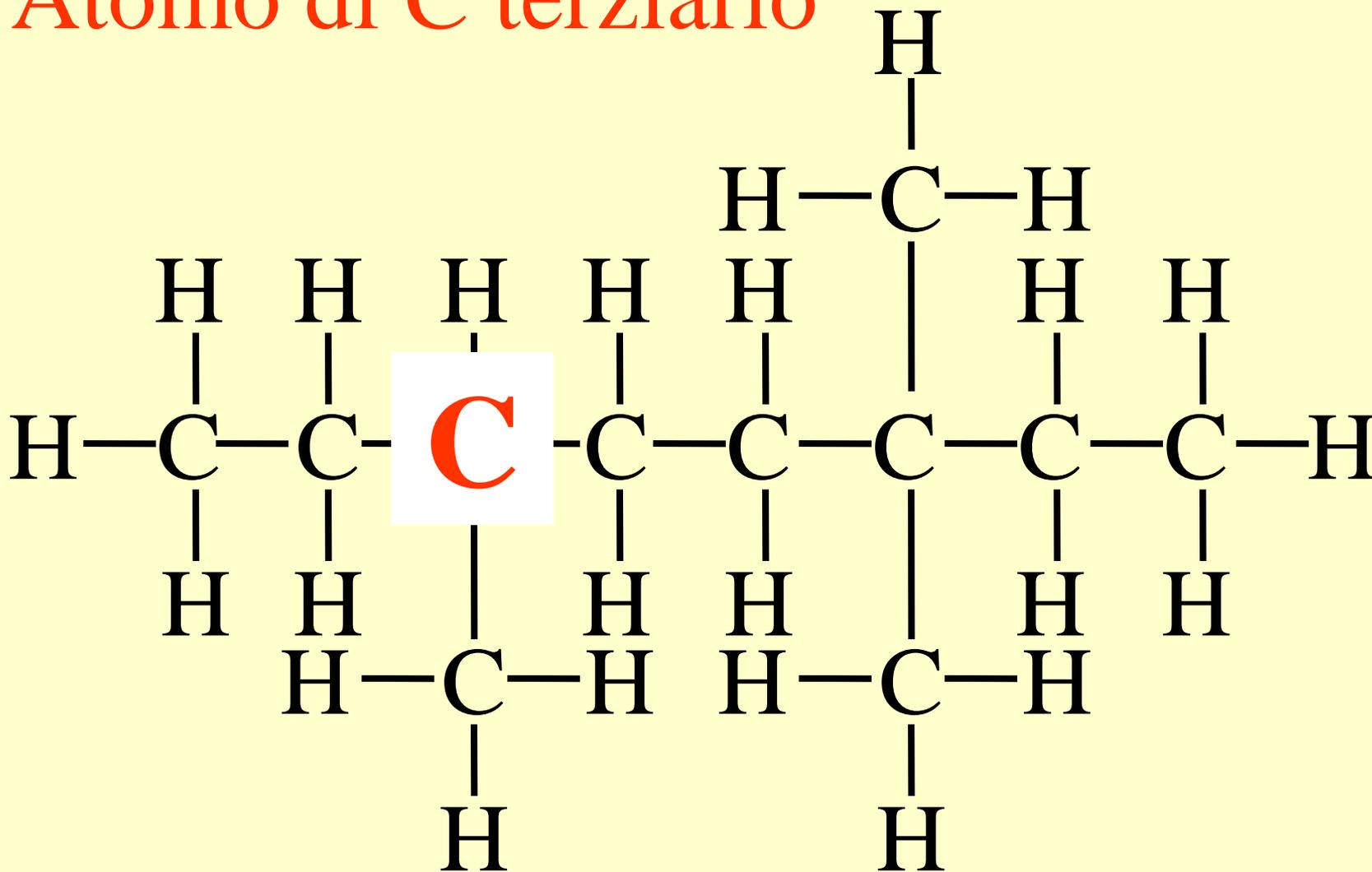
# Atomi di C primari



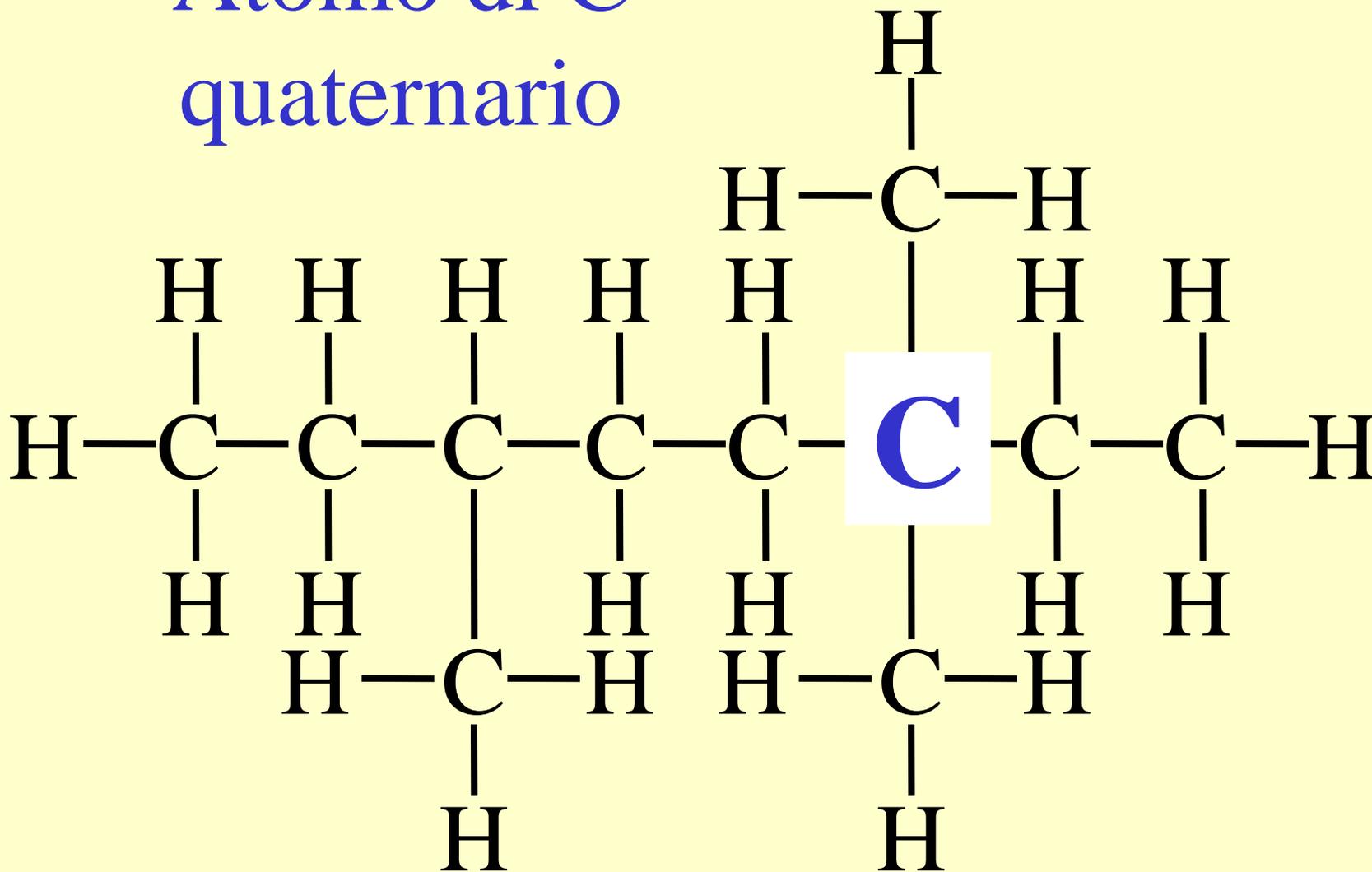
# Atomi di C secondari



# Atomo di C terziario



# Atomo di C quaternario

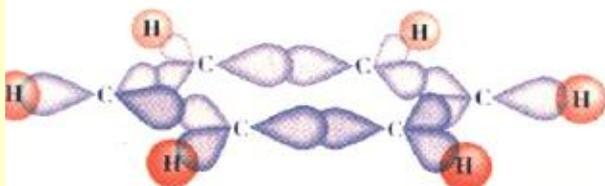




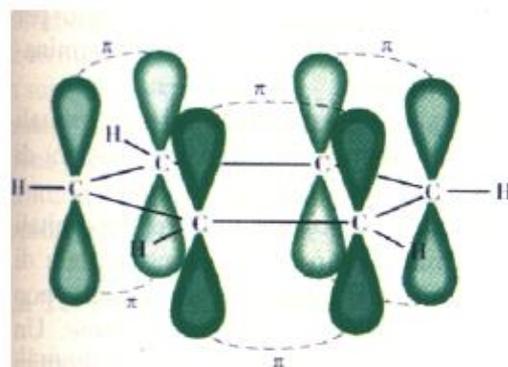
## Idrocarburi aromatici - benzene

Gli aromatici sono idrocarburi che:

- hanno struttura ad anello planare
- hanno due zone ad alta densità elettronica sopra e sotto il piano dell'anello
- le nuvole elettroniche devono contenere  $4n+2$  elettroni dove  $n$  è il n. di anelli benzenici.



(a) intelaiatura di legami  $\sigma$



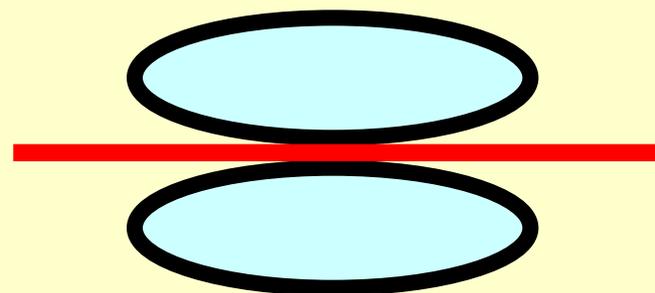
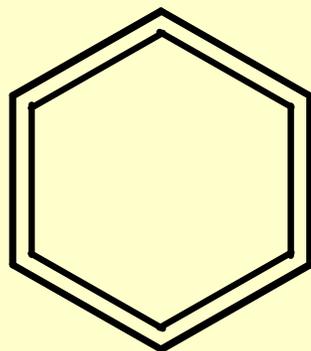
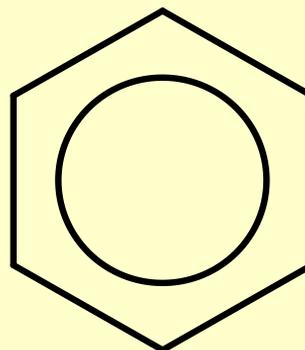
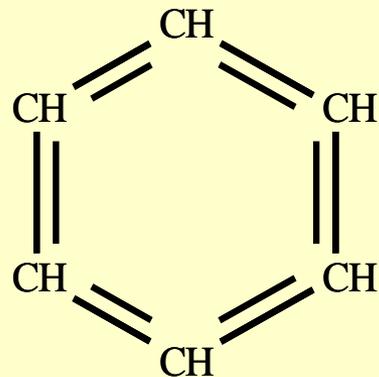
(b) legami- $\pi$



(c) rappresentazione alternativa

# AROMATICI

## Benzene



# RADICALI LIBERI

- Si definisce radicale qualsiasi atomo o molecola che contiene un elettrone spaiato



# Il radicale alchilico...

Formula di struttura	Formula razionale	Formula molecolare o bruta	Nome
$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}- \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	$\text{CH}_3-$	$\text{CH}_3-$	metil
$  \begin{array}{cc}  \text{H} & \text{H} \\    &   \\  \text{H}-\text{C} & -\text{C}- \\    &   \\  \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	$\text{C}_2\text{H}_5-$	etil
$  \begin{array}{ccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   \\  \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}- \\    &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	$\text{C}_3\text{H}_7-$	propil

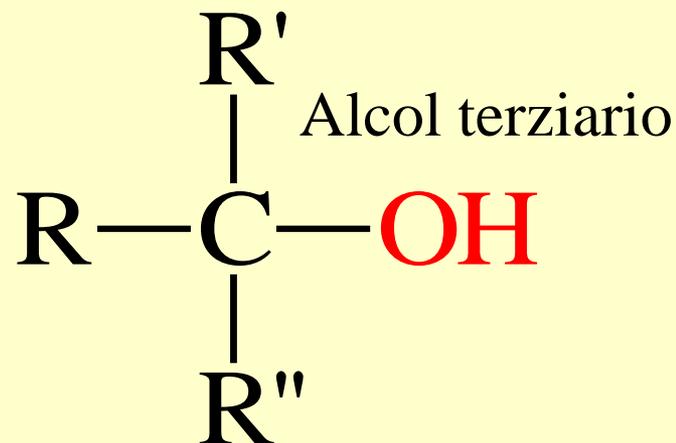
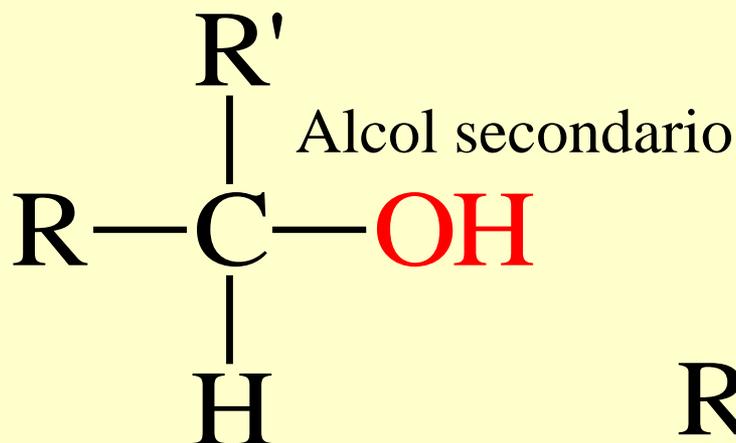
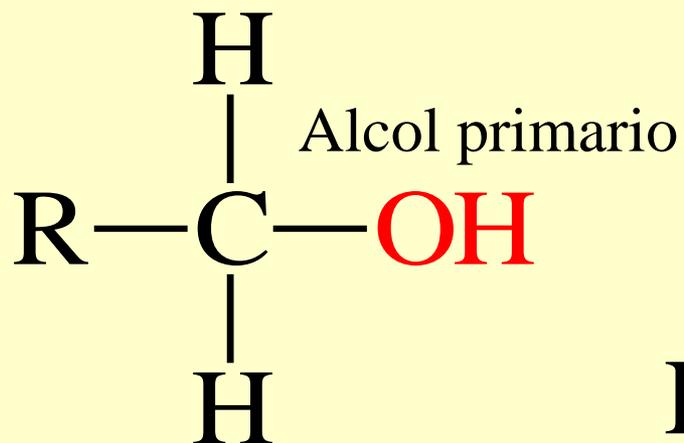
• • • •

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$	$\text{C}_4\text{H}_9-$	Butil
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2$	$\text{C}_5\text{H}_{11}-$	Pentil
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2$	$\text{C}_6\text{H}_{13}-$	Esil
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2$	$\text{C}_{16}\text{H}_{33}-$	Decaesil
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2$	$\text{R}-$	Alchil

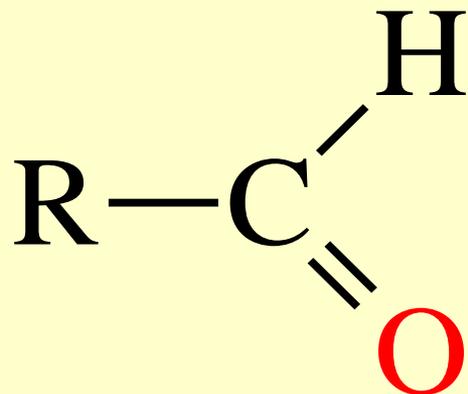
# Funzioni semplici con Ossigeno ordinate per grado di ossidazione

1. Ossidrilica
2. Carbonilica
3. Carbossilica

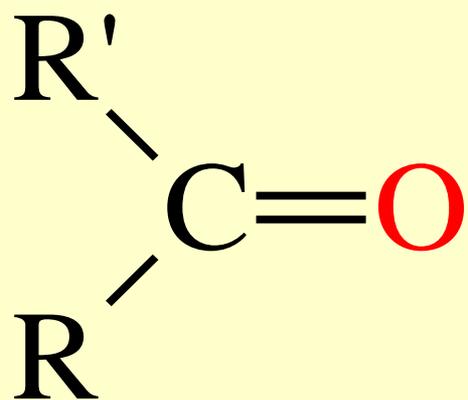
# Funzione ossidrilica



# Funzione carbonilica



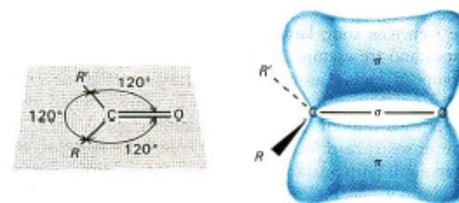
Aldeide



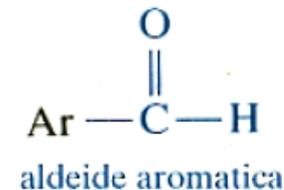
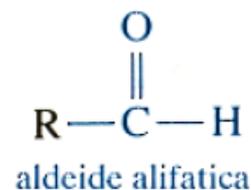
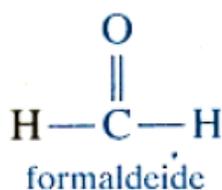
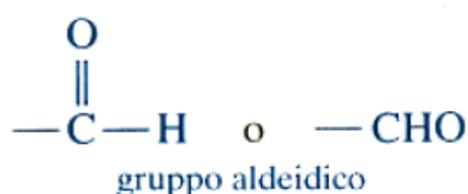
Chetone

# ALDEIDI e CHETONI

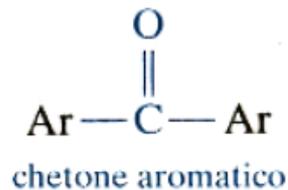
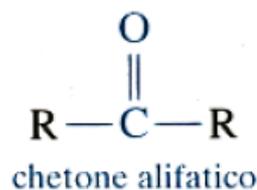
contengono il gruppo **CARBONILE**



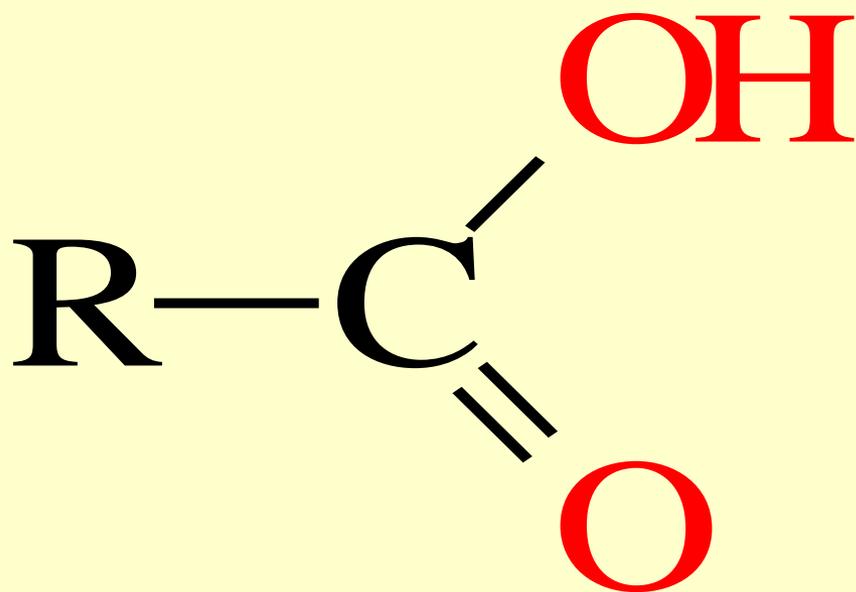
- Nelle **aldeidi** è su un **carbonio primario**



- Nei **chetoni** è su un **carbonio secondario**



# Funzione carbossilica

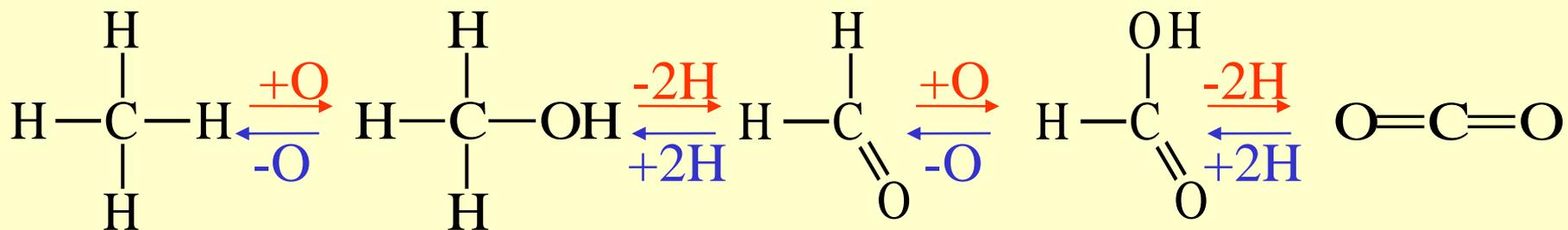


Acido carbossilico

# Funzioni semplici con Ossigeno

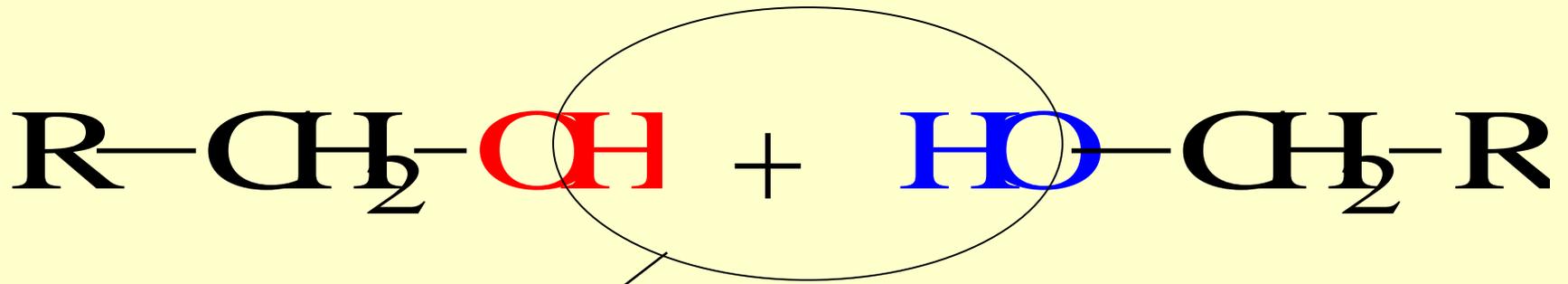
Nome della famiglia	Nomenclatura	Formula della funzione	Nome della funzione	Nomenclatura in composti complessi
Alcoli	idrocarb <b>olo</b>	$\begin{array}{c}   \\ -C-OH \\   \end{array}$	ossidrile	... <b>ossi</b> ...
Aldeidi e Chetoni	idrocarb <b>ale</b> idrocarb <b>one</b>	$\begin{array}{c} \diagdown \\ C=O \\ \diagup \end{array}$	carbonile	... <b>aldo</b> ... ... <b>cheto</b> ...
Acidi carbossilici	Ac. idrocarb <b>oico</b>	$\begin{array}{c} OH \\ \diagdown \\ -C \\ \diagup \\ O \end{array}$	carbossile	... <b>carbossi</b> ...

ossidazione



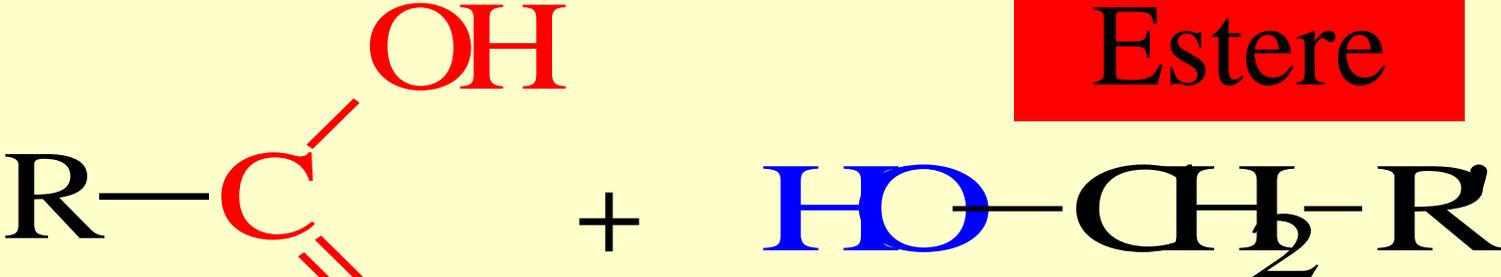
riduzione

# Funzioni complesse

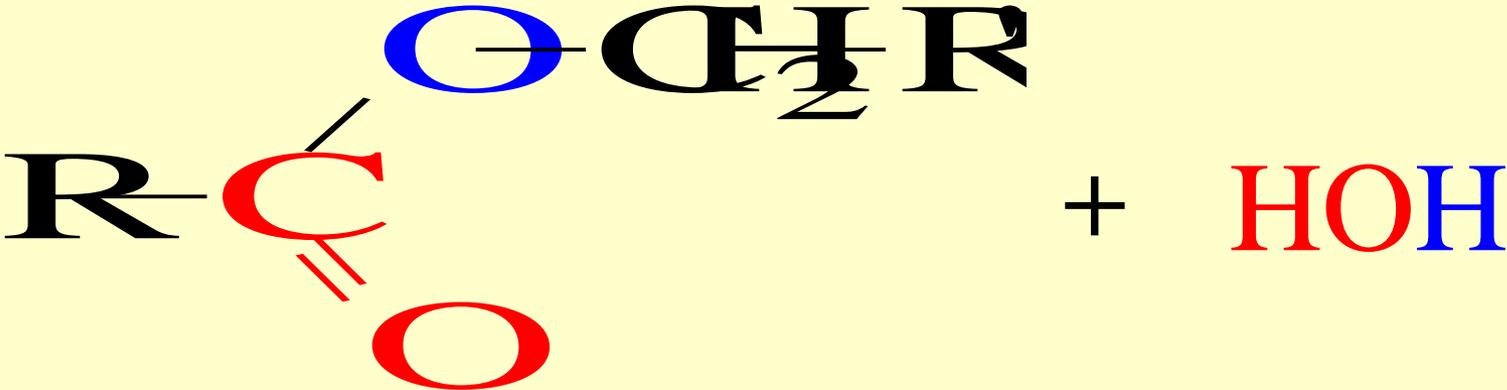


etere

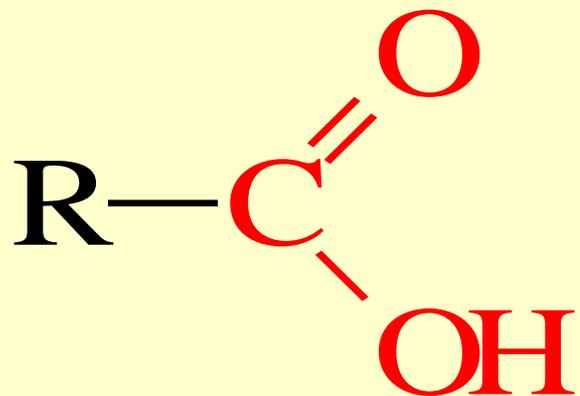
**Estere**



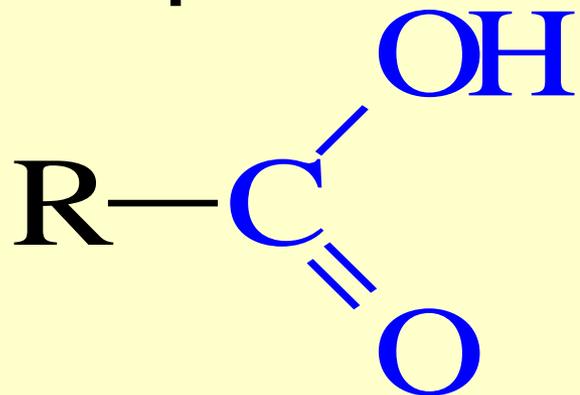
Reazione con  
eliminazione di acqua



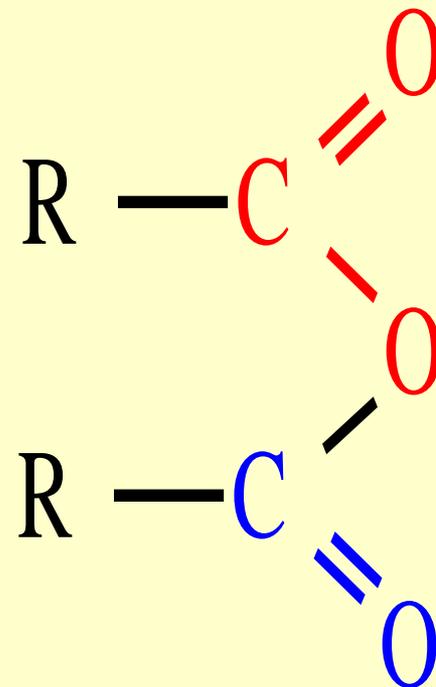
# Anidride



+



Reazione con  
eliminazione di acqua



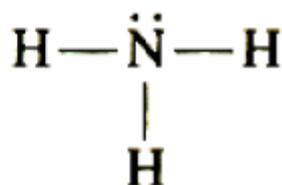
+



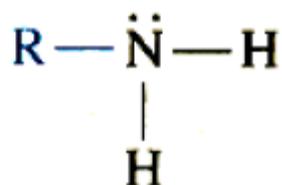
# Ammine

vengono *classificate* come

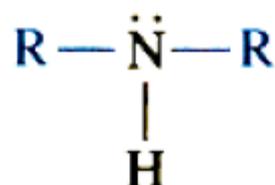
- Ammine **primarie**
- Ammine **secondarie**
- Ammine **terziarie**
- Gli elettroni dell'atomo di N sono ibridati  $sp^3$ , e la molecola ha forma piramidale.



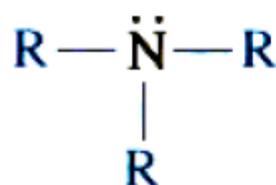
ammoniaca



ammina primaria



ammina secondaria



ammina terziaria

# Ammidi

Le ammidi, fra i derivati degli acidi carbossilici, sono *quelli meno reattivi* e sono largamente diffuse in natura.

Le ammidi più importanti sono le **proteine**.

