

LA STRUTTURA PUO' CONDIZIONARE LE PROPRIETA' CHIMICHE E FISICHE?

Obiettivo: verificare se la struttura influenza davvero le proprietà fisiche e chimiche di una sostanza

Materiale occorrente:

- sostanza A di formula $C_4H_4O_4$
- acqua
- spatola
- becher da 100 cm³
- vetrino da orologio
- riscaldatore elettronico [fornellino]
- imbuto di Buchner
- Gallenkamp



- capillari chiusi
- acido cloridrico ($HCl_{(aq)}$)
- permanganato
- bicarbonato di sodio ($NaHCO_{3(s)}$)
- trucioli di magnesio ($Mg_{(s)}$)
- cartina tornasole [misuratore di pH]



procedimento:

- pesare circa tre grammi di sostanza A nel becher
- sciogliere la sostanza aggiungendo 5 ml d' acqua alla volta
- segnare il volume di acqua necessario per lo scioglimento [tot 9 ml]
- aggiungere, sotto cappa, 7,5 ml di HCl concentrato [la soluzione diventa limpida]
- mettere il becher sul riscaldatore elettrico e chiuderlo con un vetrino di orologio in modo tale che non fuoriescano i fumi dannosi alla salute
- lasciare il becher sul fornellino fino a che la sostanza non precipita [precipitato bianco]
- prendere il becher e sistemarlo in mezzo al ghiaccio contenuto in una bacinella in modo tale da raffreddare la sostanza
- filtrare con l'imbuto di Buchner collegato ad una pompa aspiratrice
- lasciare seccare la sostanza

A questo punto si scopre [sotto suggerimento del prof] che la sostanza iniziale non è più quella che ci troviamo davanti: scoprire quale sostanza è in realtà A e quale è B tramite prove fisiche e chimiche

calcolare la resa percentuale delle due sostanze che risulta uguale al 51% [la resa percentuale si calcola tramite il rapporto tra il prodotto iniziale (sostanza A) e il prodotto finale (sostanza B) moltiplicato per cento]

Prove fisiche

- misura del punto di fusione tramite l' utilizzo del Gallenkamp:
 - prendere due capillari chiusi; nel primo mettere un pò di sostanza A, nel secondo un pò di sostanza B
 - inserire i capillari chiusi nell'apposito spazio del Gallenkamp e aspettare che le sostanze si fondano
 - una volta che le sostanze si sono fuse e sono stati trascritti i rispettivi punti di fusione, spegnere il Gallenkamp
 - osservare che **la sostanza A ha un punto di fusione pari a 131°C mentre la sostanza B 287°C**
- osservazione della solubilità in acqua delle due sostanze:
 - inserire le due sostanze in due rispettive provette
 - aggiungere una quantità circa uguale di acqua in ciascuna delle provetta
 - osservare che **la sostanza A è molto solubile, mentre la sostanza B tende a formare precipitato**



Preparare tre provette contenenti la sostanza A e tre contenenti la sostanza B, sciogliere le sostanze con acqua

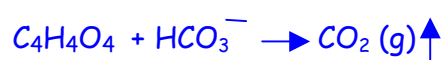
Prove chimiche

- aggiungere poche gocce di una soluzione di KMnO_4 alle due sostanze in provetta
- La soluzione di KMnO_4 si di colore porpora, che, introdotto nelle soluzioni, reagisce diventando incolore: ciò sta a significare la presenza di doppi legami, quindi **A e B sono insaturi**



- aggiungere Bicarbonato alle due sostanze in provetta

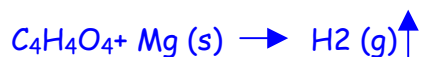
Il bicarbonato reagisce con le soluzioni sviluppando del gas, nella provetta contenente la sostanza A lo sviluppo del gas è molto più accentuato rispetto a quella contenente la sostanza B, questo sta a significare che la **sostanza A è più acida della sostanza B**



- aggiungere Magnesio alle due sostanze in provetta

Il Magnesio reagisce con le soluzioni formando del gas.

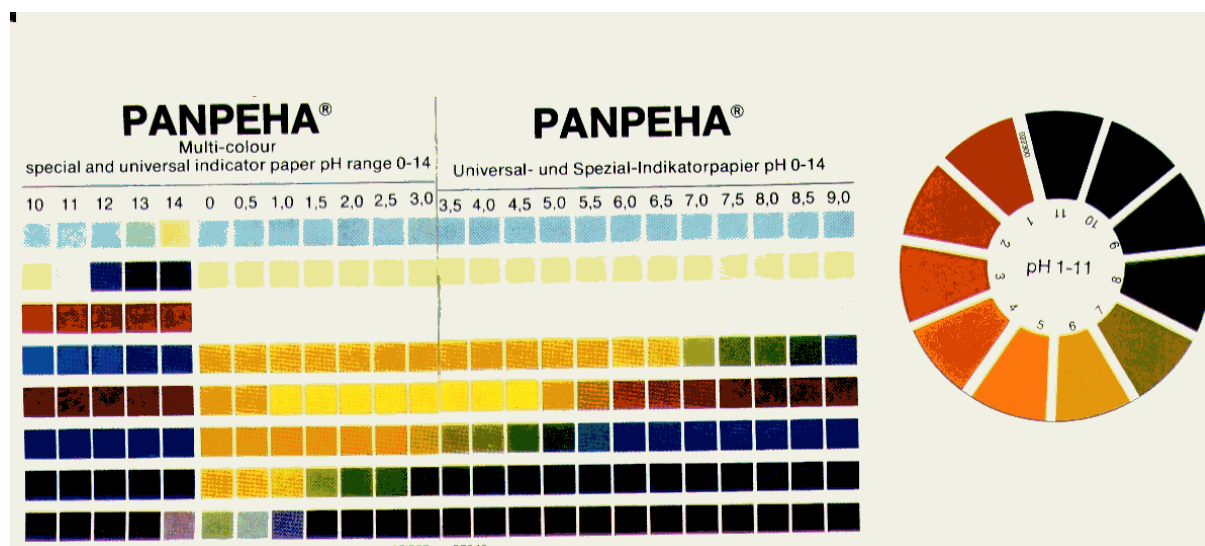
Il magnesio in acqua sviluppa da solo idrogeno, ma soltanto se la temperatura è alta; nel nostro caso l'acqua è fredda quindi lo sviluppo di gas sta a significare che le sostanze sono acide. Nella provetta contenente la sostanza A il gas è molto più accentuato che nella provetta contenente la sostanza B, questo sta a significare, ancora una volta, che la **sostanza A è più acida della sostanza B**



- aggiungere, in provetta contenente le due sostanze, un pezzo di una cartina tornasole
- La cartina prende colore rosso nella provetta contenente la sostanza A, mentre arancione nella provetta contenete la sostanza B;



Confrontando i colori con la scala cromatica sotto riportata si deduce che la sostanza A è più acida della sostanza B



Breve riepilogo:

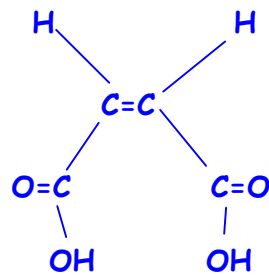
Ci è stata data una sostanza di cui sapevamo soltanto la formula, perché dettata; ci è stato dato l'ordine di scioglierla in acqua e farla reagire con l'acido cloridrico, dopo di che abbiamo dovuto filtrarla e l'abbiamo fatta seccare per una settimana, scoprendo che, alla fine, la sostanza A si era trasformata in un'altra sostanza da noi chiamata B. A questo punto ci siamo divertiti a scoprire se questa sostanza era ancora la sostanza A o presentava caratteristiche fisiche diverse; perciò abbiamo fatto alcune prove [solubilità, punto di fusione e acidità]. I risultati hanno chiarito il fatto che ci siamo trovati davanti a due sostanze completamente diverse, la cui unica cosa in comune era la formula grezza $C_4H_4O_4$.

Sapendo che le sostanze sono acide e che quindi contengono il gruppo funzionale $COOH$, che all'interno della molecola è presente un doppio legame, che la formula grezza è la stessa, che la struttura è diversa si può ipotizzare che le due sostanze siano stereoisomeri e cercare di costruire la molecola con il proprio nome.

Sapendo che le due sostanze hanno formula $C_4H_4O_4$ abbiamo calcolato il DLE che risulta essere uguale a 3

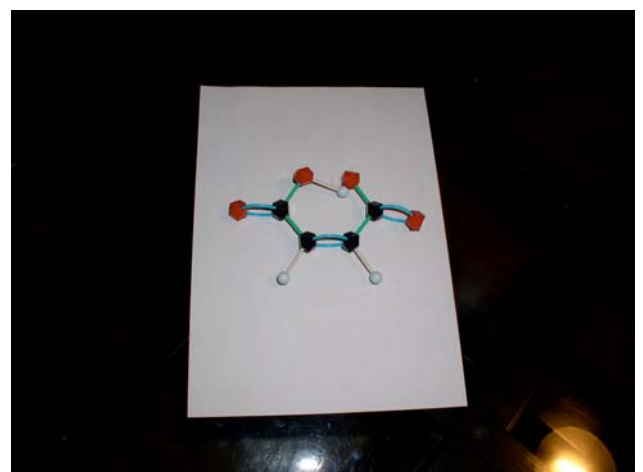
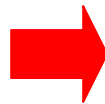
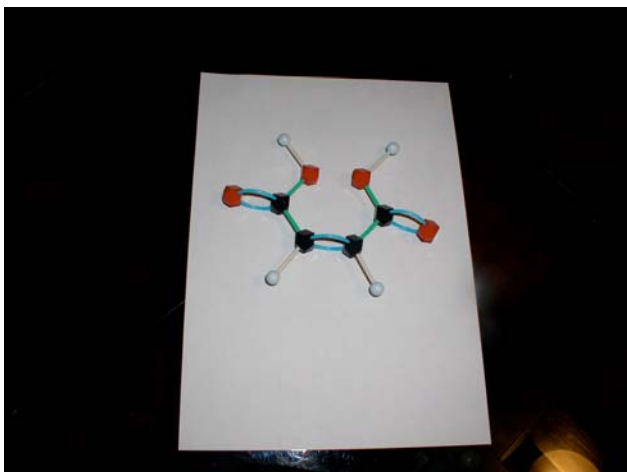
Ipotesi confermata dall'esperimento:

A = ACIDO MALEICO

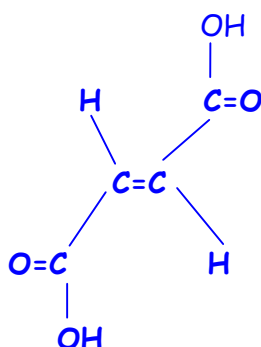


Isomero di configurazione Z [cis]

L'acido maleico ha $K_{a1}=1000 \cdot 10^{-5}$ e $K_{a2}=0,055 \cdot 10^{-5}$, e ciò perché esso in acqua perde un idrogeno e la molecola cerca di formare un ponte ad idrogeno

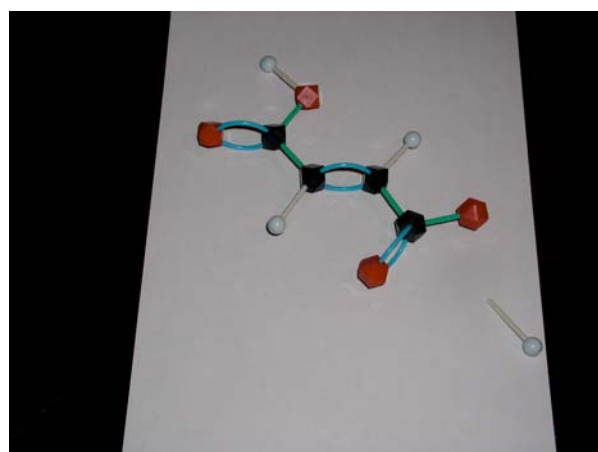
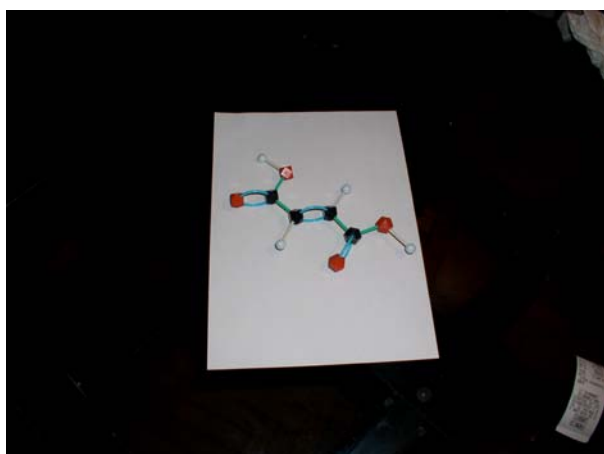


B = ACIDO FUMARICO



Isomero di configurazione E [trans]

L'acido fumarico ha $K_{a1}=96 \cdot 10^{-5}$ e $K_{a2}=4,1 \cdot 10^{-5}$, ciò è dovuto al fatto che in acqua perde un idrogeno ma non riesce a formare un ponte ad idrogeno perché il gruppo funzionale è rigido e non riesce a ruotare.



Conclusione: la struttura influenza davvero le proprietà chimiche e fisiche di una sostanza !!!

Approfondimento:

ACIDO MALEICO:

- ETICHETTA:



Simboli: Xn [Nocivo]

R: 22-36/37/38 [Nocivo per ingestione. Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle]

S: 2-26-28-37 [In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico. In caso di contatto con la pelle, lavarsi immediatamente e abbondantemente con acqua. Usare guanti adatti]

- STATO FISICO, ASPETTO:

cristalli o polvere bianca con odore caratteristico

- PESO MOLECOLARE: 116,07 g/mol

- PUNTO DI FUSIONE: 131°C

- PUNTO DI EBOLLIZIONE: 135°C

- DENSITA' RELATIVA (ACQUA = 1): 1,59 g/mol

- TEMPERATURA CRITICA (Punto d'infiammazione): 127°C

- SOLUBILITA' IN ACQUA A 25 °C: 788 g/L

- DENSITA' DI VAPORE RELATIVA (ARIA = 1): 4

- NOTE:

la sostanza si decompone al riscaldamento e alla combustione producendo fumi altamente irritanti contenenti anidride maleica. La soluzione in acqua è acido medio/forte.

ACIDO FUMARICO:

- ETICHETTA:



Simboli: Xi [Irritante]

R: 36 [Irritante per gli occhi]

S: 2-26 [In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico]

- STATO FISICO, ASPETTO:

polvere cristallina bianca, incolore ed inodore

- PESO MOLECOLARE: 116,07 g/mol

- PUNTO DI FUSIONE: 287°C

- PUNTO DI EBOLLIZIONE: 200°C

- DENSITA' RELATIVA: 1,635 g/mol

- TEMPERATURA CRITICA (Temperatura di autoaccensione): 740°C

- SOLUBILITA' IN ACQUA A 25°C: 6,3 g/L

- NOTE:

punto di fusione 287°C (capillare chiuso, rapido riscaldamento); una parziale carbonizzazione e formazione di anidride maleica può avvenire a 230°C (recipiente aperto). Gli effetti sull'uomo dovuti all'esposizione alla sostanza, pur ricercati a lungo, non sono stati trovati.

ACIDO CLORIDRICO:

- ETICHETTA:



Simboli: T [Tossico] C [Molto corrosivo]

R: 23-35 [Tossico per inalazione. Provoca gravi ustioni (occhi, vie respiratorie e pelle)]

S: 9-26-36/37/39-45 [Conservare il recipiente in luogo ben ventilato. In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico. Usare indumenti protettivi e guanti adatti e proteggersi gli occhi/faccia. In caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico.]

- STATO FISICO, ASPETTO:

gas incolore di odore soffocante e pungente, chimicamente molto stabile, in aria umida libera fumi bianchi

- PESO MOLECOLARE: 36,5 g/mol

- PUNTO DI FUSIONE: -114°C

- PUNTO DI EBOLLIZIONE: -85°C

- DENSITA' RELATIVA:

Gas (ARIA = 1): 1,3

Liquido (ACQUA = 1): 1,2

- TEMPERATURA CRITICA: 51,4°C

- SOLUBILITA' IN ACQUA A 25°C: reagisce con l' acqua

- NOTE:

reagisce con la maggior parte dei metalli in presenza di umidità liberando idrogeno, gas estremamente infiammabile. Con acqua causa corrosione rapida in alcuni metalli. Reagisce con acqua formando acidi corrosivi. Può reagire violentemente con gli alcani. Può causare variazioni di pH nei sistemi ecologici acquatici.

MAGNESIO:

elemento metallico bianco-argenteo, leggero, poco reattivo, di simbolo Mg e numero atomico 12; appartiene al gruppo IIA (o 2) della tavola periodica, ed è quindi tra i metalli alcalino-terrosi.



Encarta Enciclopedia, Photo Researchers, Inc./Russ Lappa

Se scaldato a 800 °C, reagisce con l'ossigeno contenuto nell'aria emettendo una luce estremamente brillante. In natura si trova in combinazione con altri elementi; è un importante costituente dei tessuti vegetali e animali.

Il metallo è ottenuto principalmente dall'elettrolisi del cloruro fuso. È malleabile e duttile se viene scaldato; a temperatura ambiente non viene attaccato dall'ossigeno, dall'acqua o dagli alcali, ma reagisce facilmente con gli acidi. Fonde a 650 °C, bolle a circa 1107 °C, ha densità relativa 1,74 e peso atomico 24,312.

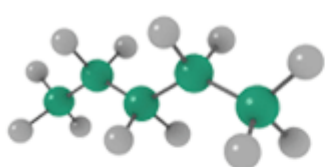
BICARBONATO DI SODIO:

il bicarbonato di sodio, o baking soda (lievito), è una polvere bianca con densità relativa 2,16; se scaldata all'aria alla temperatura di 55 °C, si decompone perdendo biossido di carbonio e formando carbonato di sodio. È un importante costituente del lievito chimico ma è anche usato come fonte di anidride carbonica negli estintori; trova impiego in medicina per neutralizzare l'eccessiva acidità di stomaco e nell'industria per moderare l'eccessiva alcalinità del carbonato di sodio. Si ritrova in molti minerali e viene prodotto trattando il carbonato con acqua e biossido di carbonio.

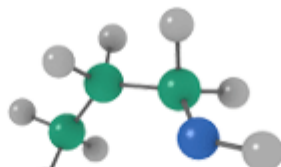
ISOMERIA:

composti chimici rispondenti alla medesima composizione (formula bruta) possono distinguersi per una diversa distribuzione strutturale o spaziale degli atomi: è questa la manifestazione di un fenomeno chimico detto isomeria, che si classifica, rispettivamente, come isomeria strutturale o isomeria spaziale (stereoisomeria). La prima consiste in una diversa disposizione dei legami chimici all'interno della molecola: gli atomi costituenti sono gli stessi, ma risultano legati in modo diverso gli uni con gli altri. La seconda consiste in una differenza più sottile: non solo gli atomi rimangono gli stessi, ma è uguale anche il tipo di legami che li unisce; quello che cambia è l'orientazione nello spazio di tali legami.

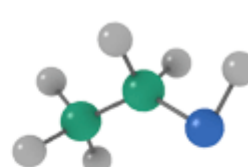
•Isomeria strutturale



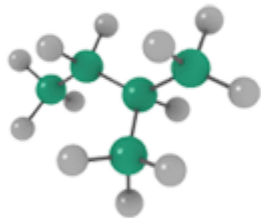
Pentano



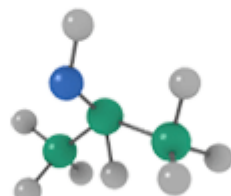
Propanolo



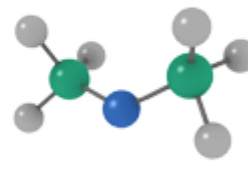
Etanolo



2-Metilbutano



2-Propanolo



Dimetiletere

Isomeria di catena

Isomeria di posizione

Isomeria funzionale

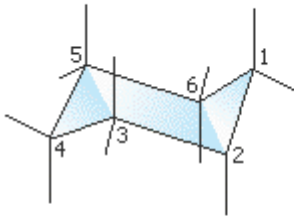
C (Carbonio) O (Ossigeno) H (Idrogeno)
Encarta Enciclopedia, © Microsoft Corporation. Tutti i diritti riservati.

Si distinguono tre tipi di isomeria strutturale: di catena, di posizione e funzionale. Due composti come il pentano e il 2-metilbutano sono isomeri di posizione, in quanto differiscono soltanto per una diversa configurazione della catena di atomi di carbonio. Ciò che distingue il propanolo e il 2-propanolo, invece, è la posizione dell'atomo di ossigeno; si tratta quindi di un caso di isomeria di posizione. Nell'isomeria funzionale, infine, gli atomi legati al carbonio sono organizzati in modo da creare gruppi funzionali diversi; è il caso di etanolo e dimetiletere (o 4-metossifenolo).

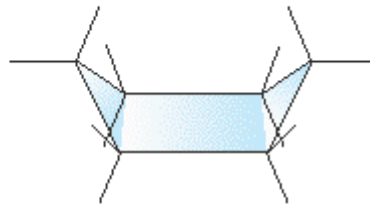
•Isomeria spaziale (stereoisomeria)

La stereoisomeria può essere di diversi tipi: geometrica, conformazionale o ottica.

Il primo tipo interessa quei composti in cui siano presenti doppi legami tra atomi di carbonio, e consiste in una diversa disposizione degli atomi o dei gruppi a essi legati; a seconda che gruppi uguali si trovino dalla stessa parte o da parti opposte rispetto all'asse individuato dagli atomi di carbonio, si parla di composto cis- o trans-; nella nomenclatura più recente, a questi due prefissi si preferiscono le etichette E e Z. In genere, due isomeri di questo tipo presentano proprietà chimiche anche molto diverse l'uno rispetto all'altro. L'isomeria conformazionale è tipica di quei composti che differiscono gli uni dagli altri per la diversa posizione degli atomi intorno a un legame singolo tra due atomi di carbonio. Più precisamente, nei diversi isomeri tali atomi risultano ruotati rispetto all'asse centrale C-C. Ne risultano, ad esempio, i composti aliciclici detti rispettivamente a sedia o a tino.



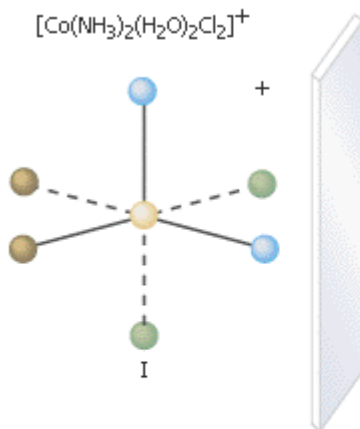
Conformazione a sedia



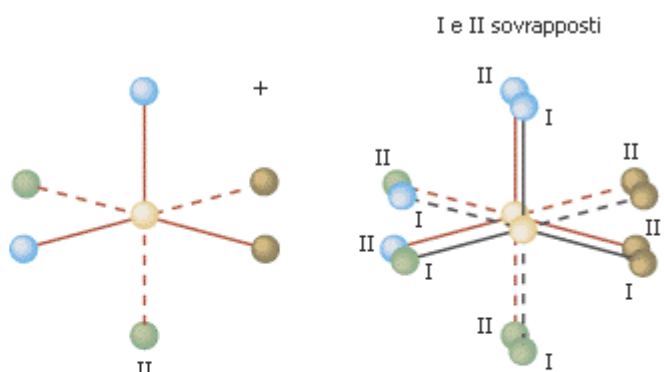
Conformazione a tino (o a barca)

© Microsoft Corporation. Tutti i diritti riservati.

L'isomeria ottica riguarda quei composti che risultano l'uno l'immagine speculare dell'altro. Una coppia di stereoisomeri ottici (enantiomeri), quindi, sono asimmetrici, in quanto non sovrapponibili; l'atomo di carbonio su cui fa perno la molecola si dice asimmetrico o "chirale" e, per estensione, l'isomeria ottica stessa si indica anche con il termine chiralità.



Superficie riflettente



I è ruotato di 180° rispetto a II

● Cobalto (Co) ● Cloro (Cl) ● Acqua (H₂O) ● Ammoniaca (NH₃)

© Microsoft Corporation. Tutti i diritti riservati.

GRUPPIO FUNZIONALE:

atomo o gruppo di atomi che, presente nella catena di atomi di carbonio di un composto organico, determina le proprietà chimiche e fisiche del composto stesso.

Il gruppo funzionale rappresenta la parte più reattiva della molecola organica e influenza anche la reattività degli atomi di carbonio a cui è legato.

I composti organici, aventi uno stesso gruppo funzionale, sottostanno alle stesse reazioni. Pertanto in chimica organica i composti vengono divisi in famiglie, quali ad esempio alcoli, aldeidi, acidi carbossilici ecc., in base al gruppo funzionale che contengono.

Un composto organico che contiene, nella sua molecola, un solo gruppo funzionale viene chiamato monofunzionale; se invece contiene due o più gruppi funzionali, viene chiamato polifunzionale.

PH:

grandezza che esprime la concentrazione di ioni idrogeno di una soluzione. Il termine, che deriva dal francese *pouvoir hydrogène*, "potere d'idrogeno", viene definito come il logaritmo della concentrazione di ioni (protoni) H^+ cambiato di segno: cioè $pH = -\log_{10}[H^+]$, dove $[H^+]$ è la concentrazione di ioni H^+ espressa in moli per litro. Siccome gli ioni H^+ si legano alle molecole d'acqua per formare ioni idronio (H_3O^+), il pH è anche espresso in funzione della concentrazione di questi ioni.

Nell'acqua pura a 22 °C, gli ioni H_3O^+ e ossidrile (OH^-) esistono in uguali quantità; la concentrazione di ogni specie è 10^{-7} mol/L, cosicché il pH dell'acqua pura è $-\log(10^{-7})$, ossia il $\log 10^7$, cioè 7. Se si aggiunge un acido all'acqua, tuttavia, si forma un eccesso di ioni H_3O^+ , la cui concentrazione può variare fra 10^{-6} e 10^{-1} mol/L, a seconda della forza e della quantità di acido. Per questo motivo, le soluzioni acide hanno pH variabile fra 6 (per un acido debole) e 1 (per un acido forte). Al contrario, una soluzione basica ha bassa concentrazione di ioni H_3O^+ e un eccesso di ioni OH^- , di conseguenza il pH varia fra 8 (per basi deboli) e 14 (per basi forti). Il pH di una soluzione può essere misurato tramite titolazione, che consiste nella neutralizzazione di un acido (o di una base) con una quantità misurata di base (o di acido) a concentrazione nota, in presenza di un indicatore (composto il cui colore dipende dal pH).