

BIOLOGIA CELLULARE: INTERAZIONE TRA GENI E NUTRIENTI

Prof Chianese
6 CFU

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Biochimica della nutrizione, Fisiologia della nutrizione, Farmacologia della nutrizione, Microbiologia dei probiotici e dei prebiotici

Inizio: 20/10/2023

Intercorso: 06/12/2023

Esame: 23/01/2023

(scritto e orale, prove intercorso)

La biologia è quella materia che studia tutto ciò che riguarda la vita, le caratteristiche della vita includono la crescita e lo sviluppo, il metabolismo autoregolato, la risposta agli stimoli e la riproduzione

L'organizzazione biologica è gerarchica e comprende vari livelli più saliamo più la struttura sarà complicata: atomo (struttura più semplice) , molecola, cellula, tessuti, organi, apparati e organismi

1.1 I MAGGIORI TEMI DELLA BIOLOGIA

- Interazioni dei sistemi biologici

Ogni organismo è un sistema biologico costituito a sua volta da altri sistemi biologici

- Struttura e funzione intercorrelate in tutti i sistemi biologici

Esempio: la struttura dei neuroni che hanno la funzione di trasmettere le informazioni è molto diversa dalla struttura dei globuli rossi del sangue la cui funzione è quella di trasportare l'ossigeno

- Le informazioni devono essere trasmesse all'interno degli organismi e tra gli organismi
- La vita dipende da un input continuo di energia dal sole perché ogni attività di una cellula vivente o di un organismo richiede energia
- L'evoluzione è il percorso mediante il quale le popolazioni di organismi cambiano nel tempo

1.2 LE CARATTERISTICHE DELLA VITA

Gli esseri viventi si distinguono dai non viventi per varie caratteristiche tra cui: crescita e sviluppo, un metabolismo capace di autoregolarsi, la capacità di rispondere agli stimoli, la riproduzione e l'adattamento ai cambiamenti ambientali

Gli organismi sono composti da cellule

Tutti gli organismi viventi sono costituiti da unità di base chiamate *cellule* , alcune delle forme di vita più semplici sono *unicellulari* costituite cioè da una cellula oppure abbiamo organismi più complessi, *pluricellulari*, dove i processi vitali dipendono dalle funzioni coordinate dalle cellule che possono formare tessuti, organi e apparati

Ogni cellula è circondata da una *membrana plasmatica* protettiva che la separa dall'ambiente circostante la membrana plasmatica, infatti, regola il passaggio di materiale tra la cellula e l'ambiente

Le cellule hanno strutture interne , gli *organelli*, specializzate per svolgere funzioni precise

Le cellule ,inoltre, hanno molecole specializzate che contengono l'informazione genetica questa è codificata dal DNA (acido desossiribonucleico)

Le cellule si dividono in due tipi: *procariotiche ed eucariotiche* : nel primo tipo troviamo batteri e organismi microscopici ,gli archeobatteri, tutti gli altri organismi hanno le cellule eucariotiche , queste contengono una varietà di organelli circondati da membrana, incluso un nucleo che contiene il DNA.

Gli organismi crescono e si sviluppano

La crescita biologica consiste in un aumento della dimensione delle singole cellule dell'organismo e/o nell'aumento del numero delle cellule, la crescita di un organismo può essere uniforme o essere maggiori in alcune parti e in alcuni organismi (alberi) continuano a crescere durante tutta la loro vita mentre molti animali hanno un periodo di crescita che termina in età adulta

Oltre ad accrescersi gli organismi si sviluppano , lo sviluppo comprende tutti gli organismi che avvengono durante la vita di un organismo

Gli organismi regolano i propri processi metabolici

L'insieme delle attività chimiche è chiamato *metabolismo*

In ciascun essere vivente le reazioni chimiche avvengono di continuo e devono essere regolate per mantenere uno stato di equilibrio interno cioè l'omeostasi, questi meccanismi si autoregolano e sono altamente efficienti

Un esempio è la regolazione della concentrazione del glucosio (uno zucchero semplice) nel sangue, le cellule richiedono un apporto costante di glucosio che viene demolito per ottenere energia, quando la concentrazione di glucosio nel sangue sale sopra i livelli normali questo è immagazzinato sotto forma di glicogeno nel fegato e nelle cellule muscolari, quando il livello inizia a scendere le riserve sono convertite in glucosio i cui livelli ematici tornano a valori normali, quando il glucosio è consumato i centri superiori ci avvertono che è ora di mangiare e il cibo ingerito è trasformato in glucosio

Gli organismi rispondono agli stimoli

Gli stimoli sono in grado di provocare una risposta negli organismi: cambiamenti di colore, intensità o direzione della luce, cambiamenti di temperatura, pressione e suono, cambiamenti della composizione chimica di terreno, aria o acqua

Tutte le forme di vita rispondono agli stimoli, la risposta a questi determina il *movimento*: negli esseri più semplici l'intero organismo è in grado di rispondere agli stimoli (alcuni organismi unicellulari rispondono a una luce intensa ritraendosi, in altri lo spostamento è dato dall'oscillazione di piccole estroflessioni della cellula chiamate ciglia o di strutture più lunghe chiamate flagelli)

I *vegetali* rispondono alla luce, alla gravità, all'acqua, al tatto ed altri stimoli

La maggior parte degli *animali*, invece, si muove contraendo i muscoli, alcuni animali (spugne, coralli e alghe) divenuti adulti perdono la capacità di muoversi da un luogo a un altro (individui sessili), negli animali più complessi (esseri umani o orsi) alcune cellule del corpo sono specializzate a rispondere a stimoli specifici (esempio: le cellule della retina dell'occhio rispondono alla luce)

Gli organismi si riproducono

Negli organismi semplici la riproduzione è *asessuata* dove un singolo individuo dà vita a due o più discendenti che sono simili al genitore, mentre nella maggior parte dei vegetali e animali la riproduzione è *sessuata* dove ciascuno dei due genitori fornisce un gamete (spermatozoo o uovo), i gameti si fondono per generare un nuovo organismo

Le popolazioni si evolvono e si adattano all'ambiente

L'adattamento migliora la capacità di un organismo di sopravvivere in un ambiente particolare e può essere di tipo strutturale, fisiologico, comportamentale o una combinazione di questi. Dal punto di vista biologico l'organismo vincente è un insieme complesso di adattamenti coordinati che si sono creati attraverso processi evolutivi.

Gli esseri viventi sono in grado di prendere energia dall'ambiente e di trasformarla da una forma all'altra

I processi di trasformazione dell'energia sono altamente specializzati ed efficienti

1.3 I LIVELLI DI ORGANIZZAZIONE BIOLOGICA

Sia che si studi un singolo organismo o l'intero mondo biologico è possibile evidenziare una gerarchia dell'organizzazione biologica, ogni livello ha una sua struttura e funzione ed ha *proprietà emergenti* cioè caratteristiche non presenti a livelli inferiori

L'organizzazione biologica si basa su una gerarchia di livelli strutturali all'interno della quale ogni livello si sviluppa da quello ad esso inferiore. Una tale complessità di struttura degli organismi viventi, impossibile da trovare negli oggetti inanimati, rende possibile la specializzazione di differenti parti per funzioni diverse

Il livello chimico è il livello più semplice di organizzazione e comprende gli atomi e le molecole

Un *atomo* è la più piccola unità di un elemento chimico che ha in sé le proprietà caratteristiche di quell'elemento

Gli atomi si combinano chimicamente per formare le *molecole*

Diversi tipi di atomi e molecole possono associarsi tra loro per formare *la cellula* che è la struttura di base e unità funzionale della vita; parte più semplice di materia vivente in grado di espletare tutte le attività vitali

Le cellule si associano per formare i *tessuti*, questi si associano poi in *organi*

Gli *apparati* sono formati da organi diversi formati da tessuti diversi; nei sistemi prevale un solo tipo di tessuto

Gli *organismi pluricellulari* complessi sono formati da apparati e sistemi che funzionano insieme con grande precisione.

Diversi livelli di organizzazione ecologica

Tutti i membri di una specie che vivono contemporaneamente in una stessa area geografica costituiscono una *popolazione*

Le popolazioni che vivono in una particolare area e interagiscono tra loro formano una *comunità*

Una comunità insieme all'ambiente nel quale si trova è detto *ecosistema*

L'insieme di tutti gli ecosistemi della terra è detto *biosfera* (che comprende tutto ciò che è abitato dagli organismi viventi), lo studio di come gli organismi siano in relazione tra loro è detto *ecologia*

ATOMI E MOLECOLE: LA BASE CHIMICA DELLA VITA

Composti inorganici = acqua, acidi, basi e sali semplici

Composti organici = carboidrati, lipidi, proteine e acidi nucleici

2.1 ELEMENTI E ATOMI

Gli *elementi* sono sostanze che non possono essere scisse in sostanze più semplici, gli scienziati a ciascun elemento hanno assegnato un simbolo chimico

L'*atomo* è la più piccola porzione di un elemento che mantiene tutte le proprietà chimiche di quell'elemento, i componenti degli atomi sono minuscole particelle di materia note come *particelle subatomiche*: *elettrone* (carica negativa), *protone* (carica positiva) e *neutrone* (carica neutra)

L'insieme dei neutroni e dei protoni costituisce il nucleo atomico, gli elettroni non hanno una collocazione fissa e si muovono nello spazio che si trova intorno al nucleo

In un atomo neutro il numero degli elettroni è uguale a quello dei protoni

Un atomo viene identificato in maniera univoca dal numero dei suoi protoni

Ciascun elemento ha nel nucleo atomico un numero fisso di protoni = numero atomico (Z)

Nella tavola periodica gli elementi sono sistemati in un ordine che dipende dal loro numero atomico

La somma dei protoni e dei neutroni determina la massa atomica

La massa di una particella subatomica è estremamente piccola infatti viene espressa in Dalton (unità di massa atomica, uma)

La massa atomica (A) di un atomo è un numero che indica quanta materia è contenuta in esso in rapporto a un atomo di un altro elemento, la massa degli elettroni viene trascurata in quanto molto piccola

Gli isotopi di un numero differiscono per il numero di neutroni

La maggior parte degli elementi è costituita da una miscela di atomi che hanno un numero diverso di neutroni e perciò massa differente questi atomi sono gli isotopi

Gli isotopi di uno stesso elemento hanno lo stesso numero di protoni ed elettroni mentre differiscono per il numero di neutroni esempio: idrogeno, deuterio e trizio contengono rispettivamente 0, 1, 2 neutroni

La massa di un elemento viene espressa come la media delle masse dei suoi isotopi

Poiché posseggono lo stesso numero di elettroni, tutti gli isotopi hanno essenzialmente le stesse caratteristiche chimiche, tuttavia, alcuni sono instabili e tendono a decomporsi o decadere verso un isotopo più stabile: radioisotopi che emettono radiazioni quando decadono

H₂O e D₂O hanno differenti proprietà fisiche: punto di fusione e di ebollizione di H₂O sono 0°C e 100°C mentre per D₂O i valori sono 3,8°C e 101,4°C. Analogamente sono differenti la densità (20°C): 0,998g/ml e 1,106g/ml.

Gli elettroni si muovono in orbitali corrispondenti ai livelli energetici

Gli elettroni si muovono in quelle particolari regioni dello spazio tridimensionale chiamate: orbitali Ciascun orbitale contiene massimo due elettroni

Rappresentiamo gli orbitali come "nubi elettroniche" ovvero aree ombreggiate la cui densità è proporzionale alla probabilità che un elettrone sia presente in quel punto in ogni dato istante

L'energia di un elettrone dipende dall'orbitale che esso occupa

Elettroni posti in orbitali con energie simili hanno lo stesso livello energetico e costituiscono un guscio elettronico

Gli elettroni che occupano gusci elettronici distanti dal nucleo hanno maggiore energia di quelli che occupano gusci vicini al nucleo, perché è necessaria energia per allontanare un elettrone carico negativamente dal nucleo (che è carico positivamente)

Gli elettroni con maggiore energia occupano il guscio di valenza

Gli orbitali di tipo s sono sferici, centrati sul nucleo; gli orbitali di tipo p sono orientati lungo gli assi cartesiani (px, py, pz)

2.2 REAZIONI CHIMICHE

Il comportamento chimico di un atomo è determinato dal numero e dalla disposizione degli elettroni di valenza

Il guscio di tutti gli atomi (tranne H) è completo se contiene 8 elettroni

Quando il guscio di valenza non è completo, l'atomo tende a cedere o acquisire o condividere elettroni per completare il guscio esterno. Gli elementi che si trovano nello stesso gruppo della tavola periodica hanno proprietà chimiche simili, ad es Cl, Br, F sono molto reattivi perché hanno 7 elettroni, pertanto nelle reazioni chimiche tendono ad accettare un elettrone.

Al contrario H, Na, K hanno un unico elettrone di valenza che essi tendono a cedere o a condividere con un altro atomo

Invece i gas nobili sono gas non reattivi in quanto i loro gusci di valenza sono completi

I legami chimici

Gli atomi di una molecola sono tenuti insieme da forze attrattive chiamate legami chimici, ciascun legame chimico rappresenta una certa quantità di energia di chimica.

L'energia di legame è l'energia necessaria per rompere tale legame

Gli elettroni di valenza definiscono quanti legami un determinato atomo può formare

La maggior parte degli atomi può completare l'ottetto o condividendo elettroni con altri atomi (*legame covalente*) oppure acquistando o cedendo elettroni ad altri atomi (*legame ionico*)

Legame covalente

I legami covalenti comportano la condivisione degli elettroni tra gli atomi in modo tale che ogni atomo abbia un guscio di valenza completo

Una molecola è costituita da atomi uniti mediante legami covalenti

Il legame covalente può essere semplice o doppio

Un legame covalente è semplice quando una coppia di elettroni viene condivisa tra due atomi, due atomi di idrogeno raggiungono la stabilità condividendo due elettroni, formando così una molecola di idrogeno

Un legame covalente è doppio quando due coppie di elettroni vengono condivisi, due atomi di ossigeno condividono due coppie di elettroni per formare l'ossigeno molecolare

La funzione di una molecola dipende dalla sua forma

La forma geometrica fa sì che all'interno di una molecola si abbia tra gli atomi la distanza ottimale per controbilanciare la repulsione dei doppietti elettronici

Quando un atomo si lega con altri atomi si può avere un riarrangiamento degli orbitali del guscio di valenza in un processo conosciuto come ibridazione degli orbitali e ciò determina la forma della molecola che ne deriva

I legami covalenti possono essere polari o apolari

Gli atomi di elementi diversi differiscono per la loro affinità per gli elettroni

L'elettronegatività è la misura dell'attrazione di un atomo per gli elettroni condivisi nei legami chimici

Tabella 1.6 Classificazione dei legami chimici

Differenza di elettronegatività fra gli atomi legati	Tipo di legame
Meno di 0.5	Covalente non polare
Fra 0.5 e 1.9	Covalente polare
Superiore a 1.9	Ionico

Se gli atomi di una molecola hanno elettronegatività uguale, gli elettroni sono condivisi in maniera equivalente e il legame covalente è detto *apolare*

Il legame covalente con elettronegatività diversa è detto *polare*, questo ha due poli diversi uno parzialmente positivo e l'altro negativo, una molecola polare ha un'estremità con una carica parziale positiva e l'altra parziale carica negativa

I legami ionici

Quando un atomo accetta o perde uno o più elettroni diventa uno ione: i cationi, ioni carichi positivamente tendono a donare elettroni, anioni, ioni carichi negativamente tendono ad accettare elettroni

Un legame ionico si viene a formare come conseguenza dell'attrazione tra la carica positiva di un catione e la carica negativa di un anione.

Un composto ionico è una sostanza costituita da cationi e anioni legati mediante le loro cariche di segno opposto

Un esempio è l'attrazione tra ioni sodio e cloruro

Un atomo di sodio ha un elettrone di valenza quindi cede il suo unico elettrone a un atomo molto elettronegativo come il cloro (accettore degli elettroni), quando il *sodio* reagisce con il cloro *questo* diventa positivo mentre il cloro negativo, questi ioni si attraggono l'un l'altro grazie alle loro cariche opposte e sono tenuti insieme da questa attrazione elettrica propria dei legami ionici per formare NaCl. Se posti in acqua i composti tenuti insieme da legami ionici hanno la tendenza a dissociarsi nei loro singoli ioni

In un composto ionico nella sua forma solida (in assenza di acqua) i legami ionici sono molto forti, l'acqua però è un eccellente *solvente* ed è in grado di sciogliere molte sostanze grazie alla sua polarità

Le cariche parziali positive e le cariche parziali negative dell'acqua attraggono e circondano cationi e anioni, quindi il solido si scioglie, una sostanza disciolta è detta *soluto*

In soluzione ciascun catione e anione del composto ionico è circondato dalle estremità delle molecole di acqua con carica opposta, questo processo è detto *idratazione*

Legame a idrogeno

È un legame intermolecolare e si può formare tra un *atomo di idrogeno con una parziale carica positiva* situato su una molecola e un *atomo con una parziale carica negativa* (come ossigeno o azoto) situato sulla stessa o su un'altra molecola.

Ogni atomo di ossigeno dell'acqua può formare due legami idrogeno con altrettante molecole di acqua. Ognuno dei due atomi di idrogeno dell'acqua può formare un legame idrogeno con l'ossigeno di un'altra molecola.

I legami idrogeno sono molto deboli e si rompono e si riformano continuamente, nonostante siano deboli e temporanee

L'acqua

La separazione di cariche crea un dipolo con una localizzazione di cariche

I dipoli O-H si attraggono creando un *dipolo-dipolo* detto "legame a idrogeno" tra le varie molecole d'acqua e che l'acqua può instaurare con molecole che presentano gruppi polari

Il legame a idrogeno cambia gli stati fisici dell'acqua: il ghiaccio grazie ai 4 legami che consentono di formare una struttura cristallina ha una densità inferiore, allo stesso modo il punto di ebollizione è 100 gradi proprio perché occorre rompere tutti i legami a idrogeno per passare dallo stato liquido a vapore. I legami idrogeno conferiscono un certo grado di organizzazione alle molecole di acqua, ogni molecola di acqua può formare legami idrogeno con altre quattro molecole di acqua: due in cui i due atomi di idrogeno funzionano da donatori di legame e due in cui gli elettroni dell'atomo di ossigeno fungono da accettori

Le molecole d'acqua grazie alla presenza di legami a idrogeno hanno una forte tendenza ad attaccarsi le une alle altre sono cioè *coesive*, le molecole d'acqua sono anche *adesive* cioè si

attaccano a una grande quantità di altre sostanze soprattutto quelle che presentano delle cariche sugli atomi che si trovano sulle loro superfici

La forza di adesione e coesione sono la base dell'azione capillare dell'acqua, la tendenza cioè a risalire all'interno di tubi molto stretti

L'acqua ha un alto grado di tensione superficiale grazie alla coesività delle sue molecole, le quali presentano un maggior grado di attrazione le une con le altre piuttosto che con le molecole che si trovano nell'aria, quindi le molecole che sono in superficie si stringono tra loro formando uno strato resistente in quanto ricevono una spinta verso il basso dovuta all'attrazione delle altre molecole che si trovano sotto

Le molecole d'acqua interagiscono con le sostanze idrofiliche mediante la formazione di legami a idrogeno

A causa della polarità delle sue molecole, l'acqua è un ottimo solvente in grado di sciogliere molti tipi di composti (ionici e polari) infatti viene utilizzato come solvente

Le sostanze che interagiscono rapidamente con l'acqua sono dette *idrofile* (amano l'acqua) ad esempio lo zucchero da tavola (saccarosio) o il sale da tavola (NaCl) che si sciolgono rapidamente in acqua

Altre sostanze, invece, sono *idrofobiche* (che temono l'acqua) sono importanti per la loro capacità di formare strutture che non si sciolgono in acqua

Le molecole d'acqua unite mediante legami a idrogeno tendono a escludere le molecole apolari e farle raggruppare, tra gruppi di molecole apolari si stabiliscono *interazioni idrofobiche*

Una molecola è detta *anfipatica* quando contiene sia un gruppo idrofilo sia uno idrofobo.

In una soluzione acquosa di molecole anfipatiche le parti non polari della molecola sono protette dal contatto con l'acqua. Si formano così le micelle

Esempio: i saponi in questa micella le code apolari degli acidi grassi sono dirette verso l'interno ove interagiscono con il grasso che deve essere solubilizzato. Le teste con le cariche negative sono sulla superficie della micella ed interagiscono con l'acqua circostante.

Oltre a stabilire interazioni elettriche come solvente, l'acqua interviene in molte *reazioni chimiche*:

REAZIONE DI IDROLISI:

Demolizione delle molecole organiche tramite aggiunta di acqua. Es: il saccarosio si può scindere nelle due molecole componenti per idrolisi, in cui gli atomi di una molecola d'acqua si dividono tra la molecola di glucosio e quella di fruttosio

REAZIONE DI DISIDRATAZIONE-CONDENSAZIONE:

Molte reazioni chimiche avvengono con rimozione d'acqua dalle molecole organiche in modo da unire (condensare) due molecole organiche per formare una molecola più grande. Es.: formazione di un legame peptidico tra due aminoacidi.

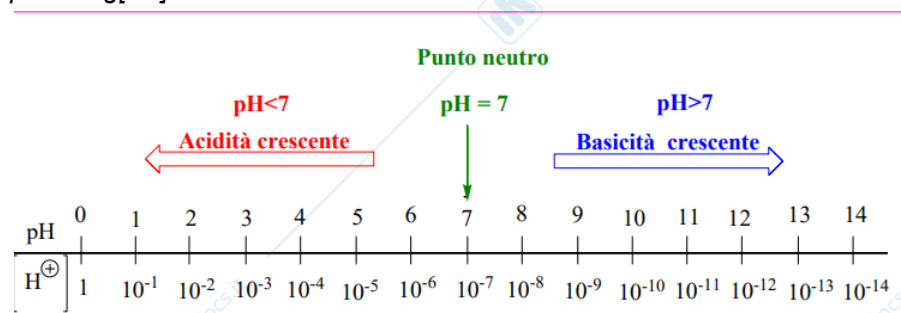
L'acqua tende a ionizzarsi, ovvero a dissociarsi in ioni H^+ + OH^-

Un acido è una sostanza che in soluzione si dissocia producendo ioni H^+ e anioni (donatore di protoni)

Una base è una sostanza che in soluzione si dissocia e cede uno ione OH^- e un catione (accettore di protoni)

Il grado di acidità di una soluzione viene espresso in pH

$$pH = -\log[H^+]$$



ATOMI DI CARBONIO E MOLECOLE ORGANICHE

Circa 25 dei 92 elementi naturali sono essenziali per la vita, ma quattro di questi costituiscono circa il 96% della materia vivente : idrogeno (valenza 1), ossigeno (valenza 2), azoto (valenza 3) e carbonio (valenza 4)

Valenza: numero di legami covalenti formati da un atomo. E' uguale al numero di elettroni necessario a completare lo strato elettronico più esterno (guscio di valenza) dell'atomo stesso

Il **carbonio** possiede particolari proprietà che gli permettono di formare grandi molecole in quanto i legami carbonio-carbonio sono forti e non vengono rotti facilmente , poiché ha 4 atomi di valenza può formare 4 legami covalenti , ciascun legame lo può unire a un altro atomo di carbonio o a un atomo di un altro elemento

I legami carbonio-carbonio possono essere legami: singoli, doppi o tripli

Le quattro valenze distribuite nello spazio secondo i vertici di un tetraedro conferiscono all'atomo di carbonio una simmetria che permette una grande stabilità di legame tra gli atomi di carbonio e tra questi e altri atomi: H, O, N, P, S.

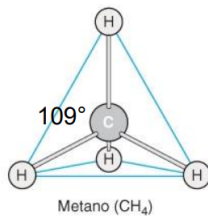


FIGURA 2-6 Ibridazione degli orbitali nel metano.

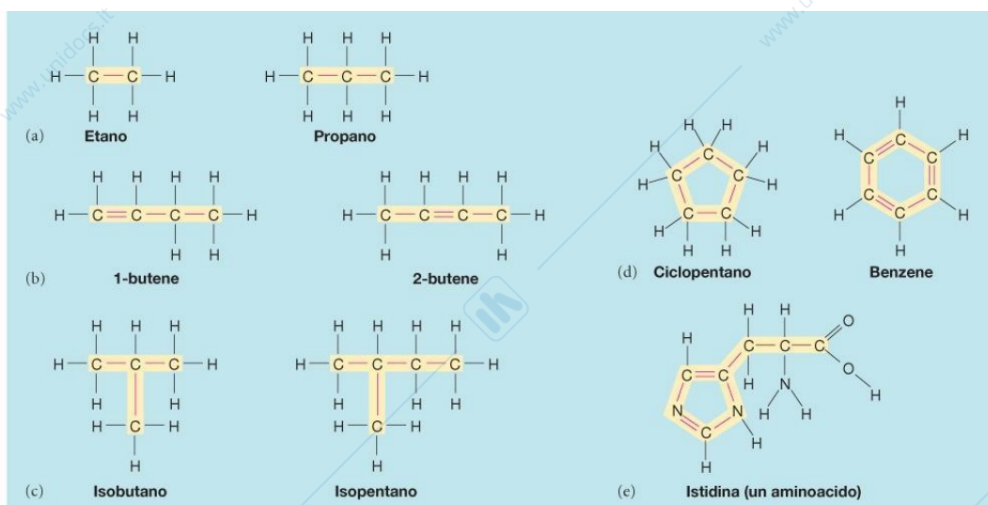
I quattro idrogeni sono situati ai vertici di un tetraedro a causa dell'ibridazione degli orbitali del guscio di valenza del carbonio.

IDROCARBURI: CARBONIO+IDROGENO

ALCANI: C_nH_{2n+2}

ALCHENI: C_nH_{2n}

ALCHINI: C_nH_{2n-2}



Gruppo funzionale	Classe di composti	Formula di struttura	Esempio
Ossidrile -OH	Alcoli	$R-OH$	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-OH \\ & \\ H & H \end{array}$ Etanolo
Carbonile -CHO	Aldeidi	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & O \\ & \\ H-C & -C \\ & \\ H & H \end{array}$ Acetaldeide
Carbonile CO	Chetoni	$R-C(=O)-R$	$\begin{array}{c} H & O & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & & H \end{array}$ Acetone
Carbossile -COOH	Acidi carbossilici	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C \\ \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} H & O \\ & \\ H-C & -C \\ & \\ H & OH \end{array}$ Acido acetico
Amino -NH ₂	Amine	$\begin{array}{c} H \\ \\ R-N \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -N \\ & \\ H & H \end{array}$ Metilamina
Fosfato -OPO ₃ ⁻	Fosfati organici	$R-O-P(=O)(O^-)_2$	$\begin{array}{c} HO & O \\ \diagdown & / \\ & C \\ & \\ H-C & -OH \\ & \\ H & -O-P(=O)(O^-)_2 \end{array}$ Acido 3-fosfoglicerico
Sulfidrile -SH	Tioli	$R-SH$	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ HO-C & -C-SH \\ & \\ H & H \end{array}$ Mercaptoetanolo