

Polimerizzazione:

Polimero è una grossa molecola organica, ad alto peso molecolare, costituita dalla ripetizione di un numero enorme di unità più semplici; *monomeri*.

I polimeri possono essere lineari o ramificati. In base al tipo di monomero si distinguono:

- **Omopolimeri**; formati da monomeri uguali
- **Copolimeri**, o eteropolimeri; formati da monomeri diversi

Alcheni e alchini sono ottime materie prime per la sintesi di polimeri attraverso reazioni di polimerizzazione per addizione.

Esistono sia polimeri naturali sia artificiali; queste ultime derivano dalla polimerizzazione degli alcheni.

8.6.9 Proprietà chimiche e reazioni degli alchini

Presenza del triplo legame conferisce ad alchini proprietà chimiche simili a quelle degli alcheni: gli alchini **danno reazioni di addizione**; se a una mole di alchino viene addizionata una mole di reagente si ottiene **un prodotto insaturo (un alchene)**; se le moli aggiunte sono 2 si ottiene **un prodotto saturo (alcano)**.

8.7 Idrocarburi aromatici

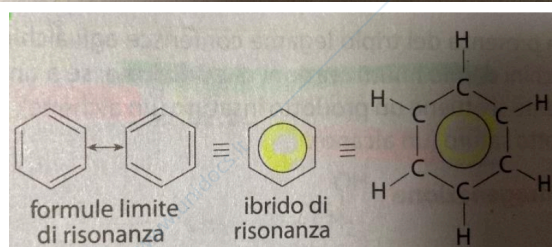
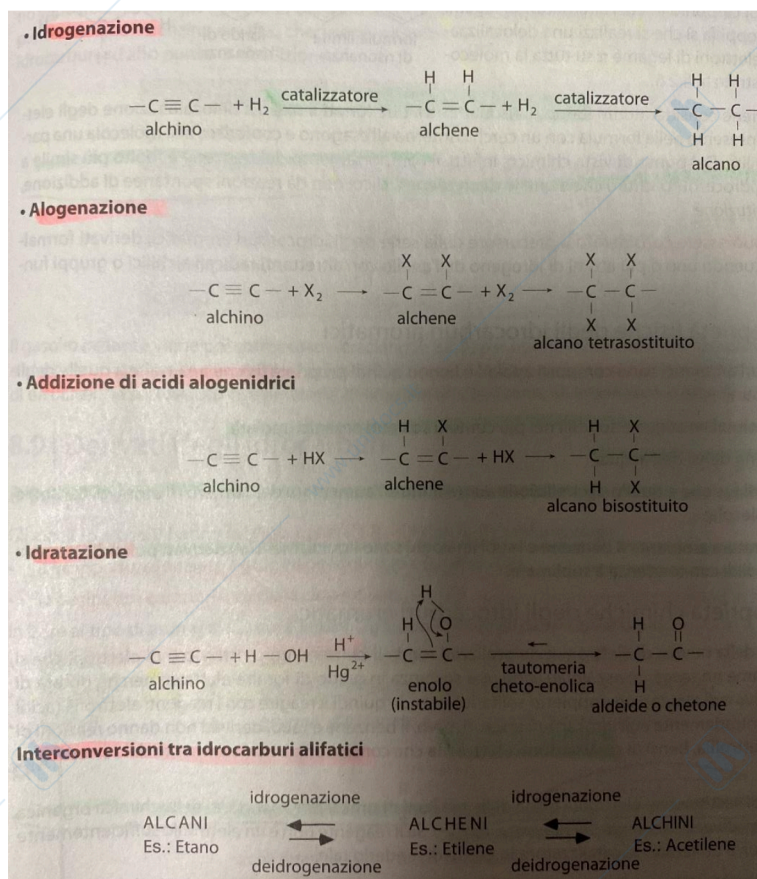
Sono particolari **idrocarburi ciclici saturi**.

Il più semplice è il **benzene (o benzolo) C₆H₆**.

Composto ciclico a 6 atomi di C in cui l'alternanza dei legami semplici e doppi fa sì che si realizzi una delocalizzazione degli elettroni sul legame π su tutta la molecola.

Viene considerato un **ibrido di risonanza fra 2 forme limite**. Delocalizzazione rappresentata nella formula con un cerchio intero nell'esagono e conferisce alla molecola una particolare stabilità. Chimicamente parlando il comportamento del benzene è più simile a quello di un idrocarburo saturo che a quello di un triene ciclico; **non da reazioni spontanee di addizioni, bensì di sostituzione**.

Il benzene può essere considerato il precursore della serie degli idrocarburi aromatici, derivati sostituendo 1 o più atomi di H dell'anello con altrettanti radicali alchilici o gruppi funzionali.



Proprietà fisiche:

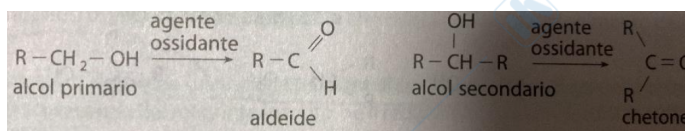
Sono determinate sia dal gruppo -OH, *carattere idrofilo*, sia dalla porzione alchilica della molecola, *carattere idrofobico*. La presenza del gruppo -OH rende la molecola polare e fa sì che gli alcoli possano formare legami a H intermolecolari e legami H con l'acqua:

- Hanno punti di fusione e ebollizione più alti degli idrocarburi a ugual numero di atomi di C
- Gli alcoli inferiori (fino 3 atomi C) sono solubili in acqua in tutte le porzioni; la solubilità diminuisce gradualmente all'aumentare del numero di atomi di C della catena.

Proprietà chimiche:

Sono determinate principalmente dal gruppo ossidrilico. Presenza di atomo O molto più elettronegativo dell'atomo di C provoca una *separazione* di cariche nella molecola rendendola più reattiva di quella degli idrocarburi.

Come acqua, alcoli sono **sostanze anfotere**, possono comportarsi come acidi o basi molto deboli, a seconda delle condizioni sperimentali.



Reazione più caratteristica è quella di **ossidazione**.

Gli alcoli primari possono essere ossidati ad aldeidi, i secondari a chetoni.

Gli alcoli possono essere ottenuti per idratazione degli alcheni o per riduzione di aldeidi e chetoni.

Alcoli più comuni:

- Metanolo; solvente, anti collagene e come materia prima per la preparazione di formaldeide e altri composti organici
- Etanolo; ottenuto mediante fermentazione biologica a opera di microrganismi *lieviti* oppure per idratazione dell'etilene in ambiente acido. Si usa come carburante e per le bevande alcoliche.

8.9.2 Eteri R-O-R

Formula generale R-O-R. Derivati dall'acqua per sostituzione dei 2 atomi di H con 2 gruppi alchilici che possono essere uguali o diversi. L'angolo di legame è 110°. Il nome si ottiene dalla parola *etere* preceduta dal nome dei 2 radicali, in ordine alfabetico.

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ (Etere dietilico o dietiletere semplice); $CH_3-O-CH_2-CH_3$ (etilmetiletere misto)

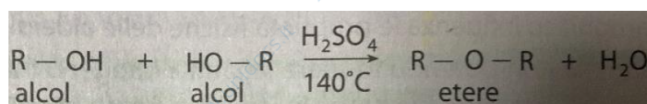
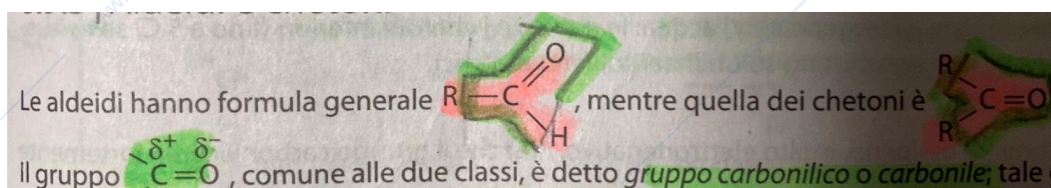
Gli Eteri non formano legami a H intermolecolari e hanno punti di ebollizione inferiori a quelli degli alcoli. Eteri a basso PM sono liquidi molto volatili altamente infiammabili; ottimi solventi di molte sostanze organiche.

Legame etero è molto forte e può essere scisso solo trattando con acidi forti a caldo.

Si ottengono mediante reazione di

condensazione (distillazione) tra 2 alcoli.

Essa consiste nell'unione di 2 molecole mediante l'eliminazione di una molecola di acqua.

**8.9.3 Aldeidi e Chetoni**

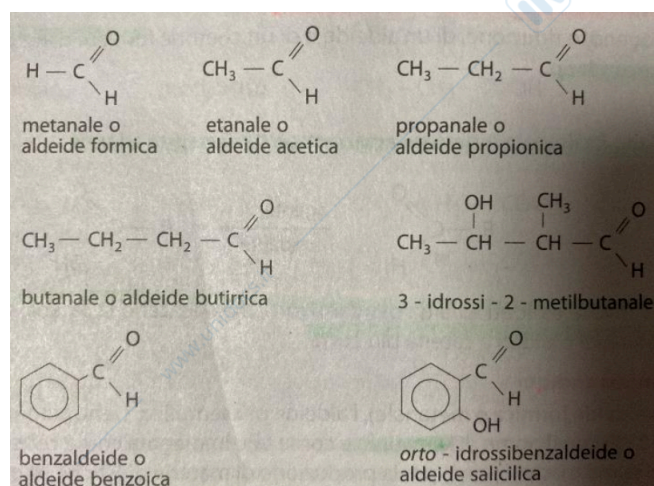
gruppo funzionale è fortemente polarizzato e in esso il C è ibridato sp^2 .

Nomenclatura:

Desinenza è rispettivamente *-ale* e *-one*.

Il nome delle *aldeidi* deriva da quello dell'idrocarburo corrispondente sostituendo la lettera finale con la desinenza *-ale*; la catena va numerata a partire dal carbonio carbonilico. Aldeide aromatiche e quelle a uso commerciale spesso hanno nomi tradizionali.

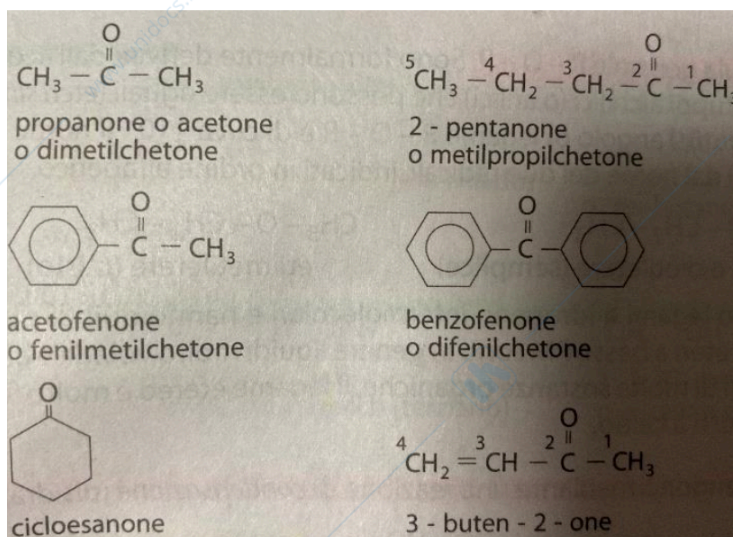
Il nome dei *chetoni* deriva da quello dell'idrocarburo corrispondente sostituendo la lettera finale con la desinenza *-one*.



Proprietà fisiche:

Presenza del gruppo carbonilico influenza le proprietà di aldeidi e chetoni:

- Essendo composti polari ma non potendo formare legami a H intermolecolari, hanno punti di fusione e ebollizione più alti degli idrocarburi a ugual numero di atomi di C, ma più bassi di alcoli corrispondenti
- Potendo formare legami ad H con l'acqua: le aldeidi e i chetoni fino a 5 C sono **idrosolubili** mentre quelli superiori sono **solubili** in solventi organici.

**Proprietà chimiche:**

La presenza di atomo di O molto elettronegativo fa sì che il gruppo carbonilico sia fortemente polarizzato e quindi reattivo.

La presenza di questo gruppo funzionale sia nelle aldeidi che nei chetoni determina una somiglianza delle proprietà chimiche di queste 2 classi di composti. Reazione tipica è una **reazione di addizione** detta **nucleofila**, perché avviene in seguito all'attacco da parte di una base di Lewis sul C del gruppo carbonilico, che avendo parziale carica positiva si comporta da elettrofilo.

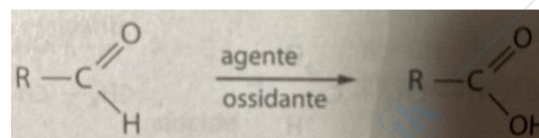
Addizione a idrogeno (riduzione) e formazione di alcoli:

Fornisce rispettivamente un alcol primario e uno secondario.

Ossidazione:

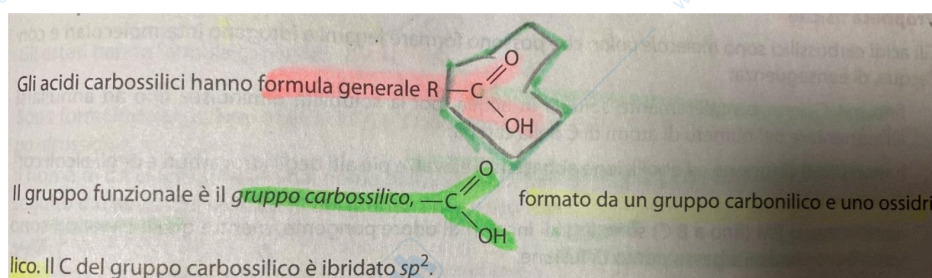
Le aldeidi si ossidano facilmente a dare gli acidi carbossilici corrispondenti.

I chetoni vengono invece ossidati solo da ossidanti forti che spezzano la catena a livello del gruppo carbonilico, dando prodotti ossidati a catena più corta.

**Aldeidi e chetoni più comuni:**

- Formaldeide:** commercializzata come formalina e impiegata come conservante e disinfettante. Anche materia prima per la produzione delle plastiche e si prepara per ossidazione del metanolo.
- Acetone;** utilizzato come solvente è in grado di sciogliere molte sostanze organiche. Preparato industrialmente ossidazione alcol isopropilico.

Aldeidi e chetoni largamente diffusi in natura e molti hanno odori gradevoli.

8.9.4 Acidi carbossilici**Nomenclatura:**

Desinenza è **-oico**. Il nome si ottiene dal nome dell'idrocarburo corrispondente preceduto dalla parola **acido**, sostituendo lettera finale con desinenza **-oico**, la numerazione della catena inizia dal carbonio del gruppo carbossilico.

Quando si utilizzano nomi d'uso la posizione degli eventuali sostituenti viene specificata indicando gli atomi di C della catena con le lettere α , B, γ , iniziando dal carbonio adiacente al gruppo carbossilico, cioè dal C numero 2

La tabella seguente riporta i primi otto acidi carbossilici alifatici.

Nome IUPAC	Nome d'uso	Formula
metanoico	formico	$\text{H} - \text{COOH}$
etanoico	acetico	$\text{CH}_3 - \text{COOH}$
propanoico	propionico	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
butanoico	butirrico	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$
pentanoico	valerianico	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$
esanoico	capronico	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$
eptanoico	enantico	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{COOH}$
ottanoico	caprilico	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{COOH}$

Acido formico sta nelle secrezioni di alcuni insetti ed è un liquido caustico di odore pungente dotato di proprietà antisettiche e utilizzato come conservante e come mordente in tintoria.

Acido acetico utilizzato come materia prima in numerose sintesi industriali.

Acido citrico acido tricarbossilico abbondantemente usato negli agrumi, si ottiene mediante fermentazione di sostanze zuccherine ed è utilizzato in industria alimentare e farmaceutica; tintura e stampa tessuti anche.

Proprietà fisiche:

Sono **molecole polari** che possono formare legami a H intermolecolari con l'acqua:

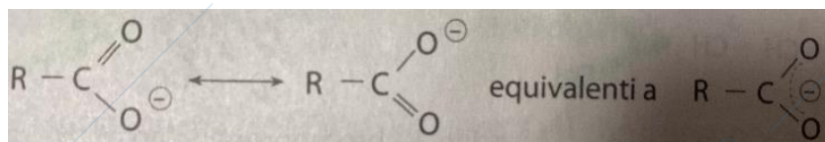
- Fino a 4 C sono completamente solubili in acqua, poi solubilità diminuisce fino ad annullarsi all'aumentar del numero di C nella catena
- Hanno punti di fusione ed ebollizione elevati e più alti di idrocarburi e alcoli corrispondenti. Quelli a basso PM, fino a 8 C, sono liquidi incolori di odore pungente, mentre quelli superiori sono solidi quasi inodori a basso punto di fusione

Proprietà chimiche:

Determinate dal gruppo carbossilico. Acidi carbossilici sono acidi che in soluzione acquosa si dissociano così $RCOOH + H_2O \leftarrow \rightarrow RCOO^- + H_3O^+$

La dissociazione dello ione è favorita da 2 cause:

- Effetto elettronattrattore dell'O del gruppo C=O che indebolisce il legame O-H
- Stabilizzazione per risonanza dello *ione carbossilato* ($R-COO^-$), che in realtà è un ibrido di risonanza fra 2 forme limite



Pur essendo più acidi dell'acqua e dell'acido carbonico, tutti gli acidi carbossilici sono acidi deboli.

Essi si possono ottenere per ossidazione delle aldeidi. Al contrario, trattando l'acido con un riducente blando è possibile ottenere aldeide corrispondente; trattando l'acido con un riducente forte si ottiene l'alcol primario.

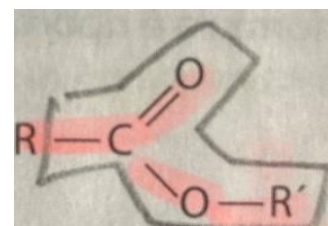
Acidi grassi:

Acidi carbossilici caratterizzati da lunga catena idrocarburica lineare più di 8 C che può essere satura o insatura.

8.9.5 Esteri

Sono derivati da acidi per sostituzione del gruppo -OH con un gruppo -OR'; **gruppo alcossido.**

Nome si ricava dal nome dell'acido sostituendo la desinenza *-ico* con la desinenza *-ato*, seguito dal nome del radicale R' del gruppo alcossido -OR'.



acetato di etile o
etanoato di etile

benzoato
di metile

Gli esteri si ottengono mediante una **reazione di attacco nucleofilo** di un alcol su un acido carbossilico (in presenza di un catalizzatore acido), detta **esterificazione**. È una reazione di **condensazione** tra due composti con eliminazione di una molecola d'acqua:

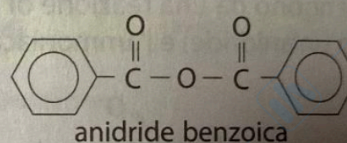
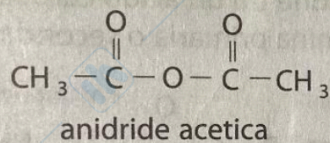
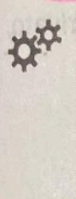
$$\begin{array}{c}
 \text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O}-\text{H} \end{array} + \text{HO}-\text{R}' \xrightleftharpoons{\text{(H}^+)} \text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O}-\text{R}' \end{array} + \text{H}_2\text{O} \\
 \text{acido} \qquad \text{alcol} \qquad \qquad \text{estere}
 \end{array}$$

La reazione è reversibile: la reazione inversa alla condensazione è l'**idrolisi**. Idrolizzando un estere si ottengono l'acido e l'alcol di partenza. Molto importanti sono gli esteri del glicerolo con gli acidi grassi, detti **trigliceridi** (si veda § 9.3.1).

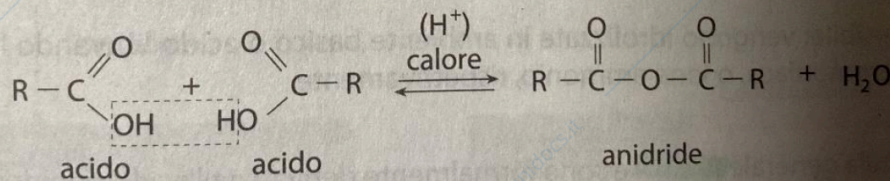
8.9.6 Anidridi

Le anidridi hanno formula generale: $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-O-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-R$

Il nome di un'anidride deriva da quello dell'acido corrispondente sostituendo la parola *acido* con la parola *anidride*.



Le anidridi si preparano per condensazione tra acidi carbossilici, secondo la reazione:

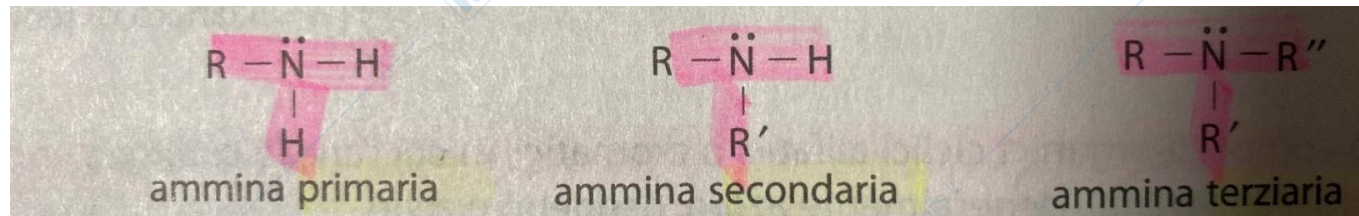


La reazione è reversibile: idrolizzando le anidridi si ottengono gli acidi di partenza.

8.9.7 Ammine

Sono formalmente derivati organici dell'ammoniaca NH_3 , ottenuti sostituendo uno o più atomi di H con altrettanti gruppi alchilici o arilici.

3 gruppi di ammine con formula generale:



Esistono i **Sali di ammonio quaternario** la cui formula è riportata affianco,

formalmente considerabili analoghi organici dello ione ammonio NH_4^+ .

Ammina più importante è **anilina**, preparata per riduzione di nitrobenzene e

utilizzata per la preparazione di coloranti.

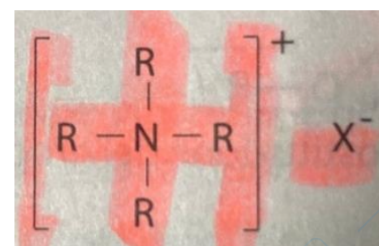
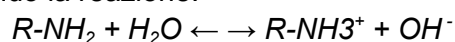
Molti composti di importanza biologica, **serotonina** e la **morfina** sono

ammine. Esse sono molecole polari che possono formare legami a H

con se stesse con l'acqua. Il legame a H della ammine è però meno forte che negli alcoli perché l'N è meno elettronegativo dell'O; di conseguenza:

- Hanno punti di fusione ed ebollizione più elevati di quelli degli idrocarburi di uguale PM, anche se inferiori a quelli di alcoli corrispondenti
- Solubili in acqua quando la catena carboniosa non supera i 5 C

Il doppietto elettronico libero presente su N spiega le proprietà basiche della ammine, che possono acquistare ioni H^+ dall'acqua secondo la reazione:



8.9.8 Ammidi

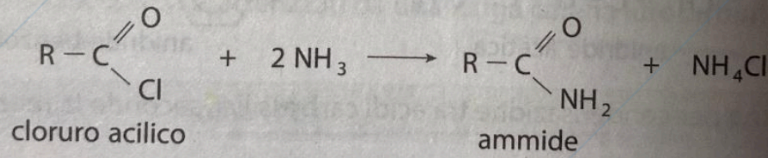
Le ammidi (primarie) hanno formula generale: $R-C(=O)NR'R''$

dove: $R, R', R'' = H$ o gruppo alchilico.

Sono formalmente derivate dagli acidi per sostituzione del gruppo $-OH$ di un acido carbossilico con il gruppo $-NH_2$ (gruppo amminico), oppure $-NHR$ (ammina primaria) o $-NR'R''$ (ammina secondaria).

Il nome si ricava sostituendo la desinenza *-oico* dell'acido con la desinenza *-ammide*.

Le ammidi si ottengono da una reazione di condensazione tra un acido carbossilico (o un suo derivato, come un estere o un'anidride) e l'ammoniaca (o un'ammina primaria o secondaria).



La reazione è reversibile: vengono idrolizzate in ambiente basico o acido liberando l'acido carbossilico corrispondente e ammoniaca, o ione ammonio, rispettivamente.

Nitriti (cianuri):

Formula generale $R-C\equiv N$ e sono derivati dall'acido cianidrico HCN per ossidazione dell'atomo di H con un gruppo alchilico o arilico; il gruppo funzione è $-C\equiv N$, detto **gruppo ciano o nitrile**.

La desinenza è *-nitrile*.

8.9.9 Eterocicli

Composti organici ciclici alifatici o aromatici, in cui l'anello contiene uno o più atomi diversi dal carbonio **eteroatomi** generalmente N, O oppure S.

Gli Eterocicli più comuni sono **pentatomici** e **esatomici**. In base alla struttura si

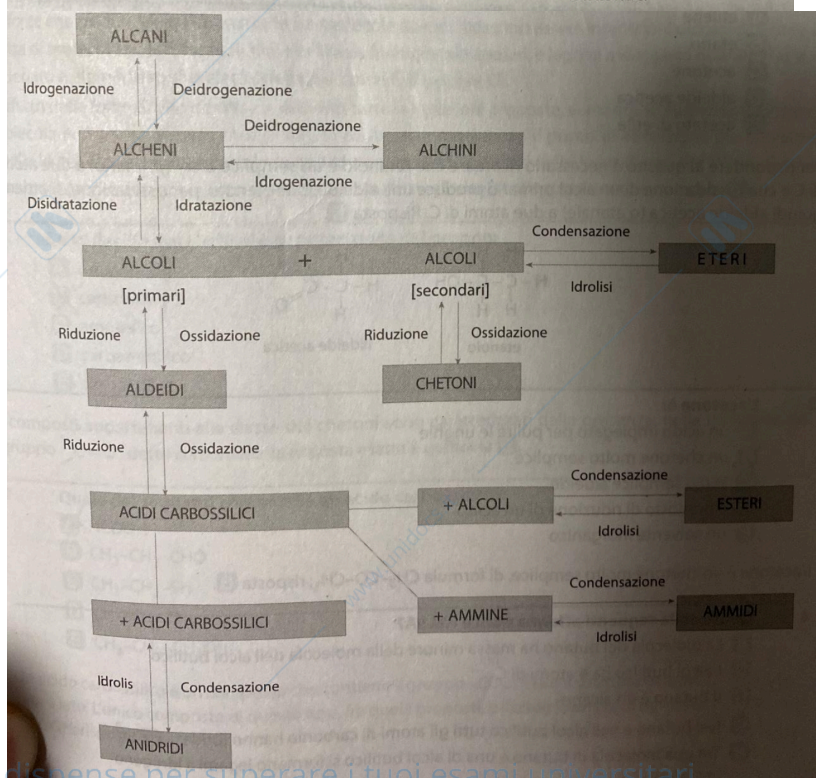
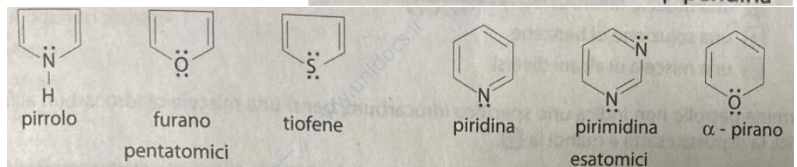
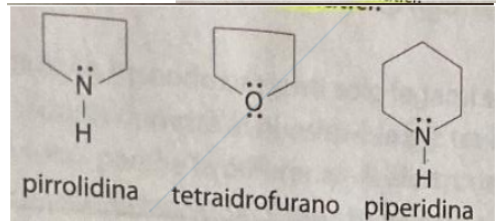
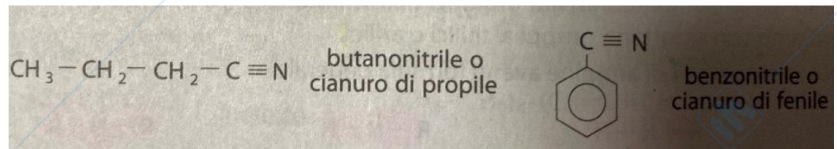
dividono in non aromatici e aromatici.

Gli Eterocicli non aromatici hanno proprietà chimico-fisiche analoghe a quelle

dei corrispondenti composti non ciclici in cui l'eteroatomo è legato a 2 gruppi alchilici.

Eterocicli più importanti sono quelli aromatici.

Di seguito quadro riassuntivo delle principali classi di composti organici.



COMPOSTI ORGANICI DI INTERESSE BIOLOGICO

I composti più importanti dal punto di vista biologico sono le biomolecole: **Carboidrati, Proteine, Acidi nucleici e Lipidi**.

Composti compresi nelle prime 3 classi sono **polimeri formati da unità più semplici**: i carbo, in particolare polisaccaridi (polimeri di monosaccaridi), proteine (polimeri di amminoacidi), acidi nucleici (polimeri di nucleotidi).

La classe dei Lipidi comprende invece composti di struttura chimica eterogenea, accomunati da caratteristiche fisiche simili.

9.1 Carboidrati

Detti anche *saccaridi, glucidi o zuccheri*, sono composti **ternari contenenti C, H, O**. Atomi di H e O si trovano nello stesso rapporto che nell'acqua, **da qui il nome idrati di carbonio**, formula generale $C_n(H_2O)_m$, dove $m \leq n$.

I carboidrati contengono vari gruppi alcolici e un gruppo aldeidico (*in Aldosi*) oppure chetonico (*nei Citosi*); possono perciò essere considerati **poliidrossialdeidi o poliidrossichetoni**.

Contenendo uno o più atomi di C asimmetrici sono composti otticamente attivi. Desinenza è *-iso/-oso*.

In base alla struttura vengono divisi in:

- **Monosaccaridi**; *zuccheri semplici*, non possono essere ulteriormente idrolizzati a dare zuccheri più semplici
- **Disaccaridi**; forniscono per idrolisi 2 molecole di monosaccaridi
- **Oligosaccaridi**; forniscono per idrolisi da 3 a 10 molecole di monosaccaridi
- **Polisaccaridi**; forniscono per idrolisi numero elevato di monosaccaridi (più di 100)

9.1.1 Monosaccaridi

Vengono suddivisi in **aldosi** e **chetosi**; in base al n. di atomi di C presenti nella molecola possono essere suddivisi in:

- *Triosi*; a 3 atomi di C
- *Pentosi*; a 4 atomi di C
- *Tetrosi*; a 5 atomi di C
- *Esosi*; a 6 atomi di C

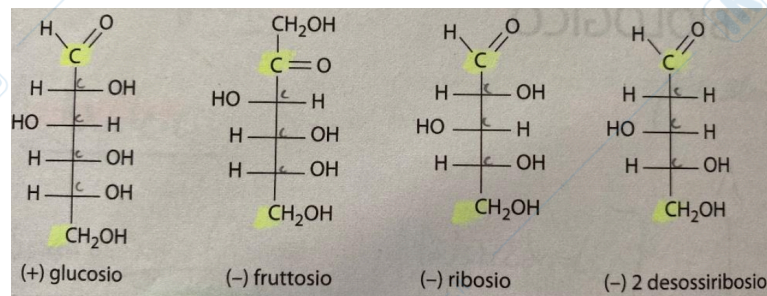
Il più importante aldoseso è

Glucosio (o destrosio). Altri sono galattosio e mannosio.

L'unico abbondante in natura è il **Fruttosio** (o olevulosio).

Gli aldopentosi importanti **ribosio e desossiribosio**.

In questo tipo di formula **o formula proiezione di Fischer**, la molecola viene rappresentata a catena lineare. La carboniosa è scritta in verticale, con atomo di C più ossidato in alto e quello più ridotto in basso; all'incrocio fra tratti orizzontali e quelli verticali si trovano atomi di C che non vengono indicati, *ma sottointesi*.



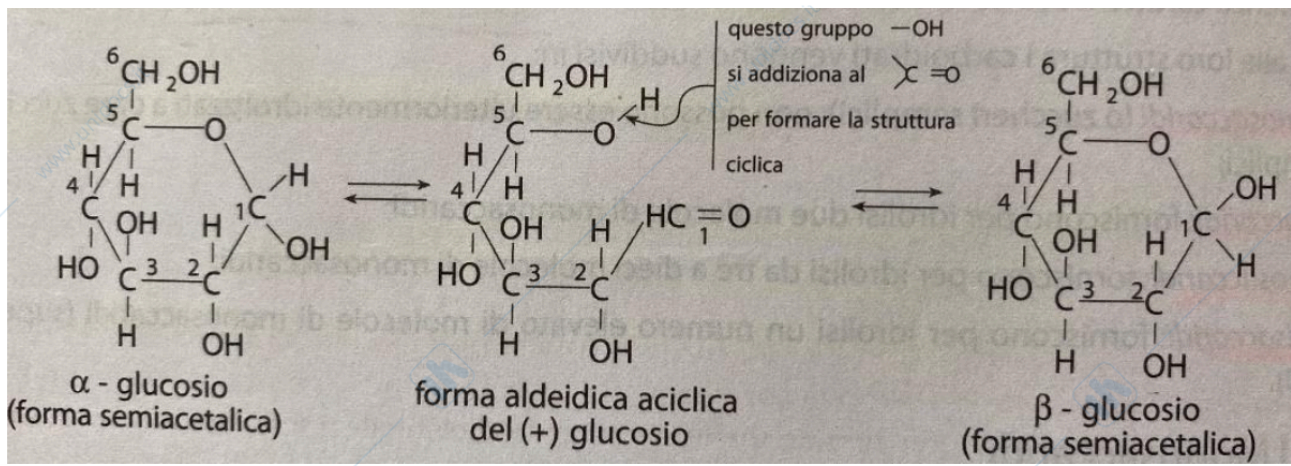
Ciclizzazione dei monosaccaridi:

Alcune proprietà non possono essere giustificate dalla struttura lineare (glucosio es. non da reazioni tipiche delle aldeidi). **I monosaccaridi in soluzione acquosa tendono a dare una reazione di ciclizzazione intermolecolare, che coinvolge il gruppo aldeidico (o chetonico) e il gruppo legato a C4 e C5, che porta alla formazione di un emiacetale ciclico. Il legame che si realizza tramite atomo di O viene detto ponte glicosidico.** Ciclizzazione può dar luogo a 2 diverse strutture, **anomeri**, che differiscono solo per la posizione del gruppo -OH legato al C1 rispetto al piano dell'anello. Anomero α l'ossidrilico si trova al di sotto di tale piano, mentre Anomero β si trova al di sopra.

C1, che nella forma emiacetale diventa chirale, è detto **carbonio anomero**.

La reazione è di equilibrio, reversibile, ma l'equilibrio è normalmente spostato verso le forme emiacetaliche. Per azione di blandi ossidanti un aldoso subisce l'ossidazione del gruppo aldeidico potenziale (sul C1) e viene trasformato nel corrispondente acido aldonic.

I carboidrati che subiscono questo tipo di reazione (monosaccaridi aldosi e chetosi e alcuni oligosaccaridi) vengono detti **zuccheri riducenti**.



9.1.2 Disaccaridi

Formati da 2 monosaccaridi uniti mediante **legame glicosidico**, tra C anomero di un monosaccaride e un gruppo ossidrilico dell'altro.

Il **saccarosio** è uno zucchero non riducente perché entrambi gli atomi di carbonio anomeric partecipano al legame glicosidico e non ci sono gruppi aldeidici liberi.

Il **lattosio** formato dall'unione della molecola α -glucosio, con una β galattosio è uno zucchero riducente perché il gruppo aldeidico del glucosio non è coinvolto nel legame glicosidico.

9.1.3 Polisaccaridi

Polimeri ad alto PM, formati dall'unione di numerose molecole di monosaccaridi legate mediante legami glicosidici; ricordiamo *amido*, *cellulosa* e *glicogeno*.

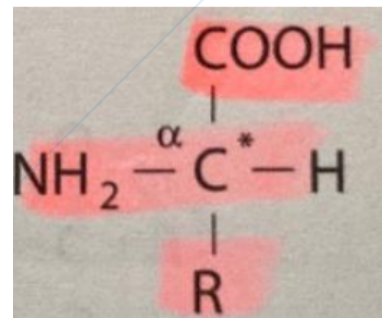
9.2 Amminoacidi, peptidi e proteine

9.2.1 Amminoacidi

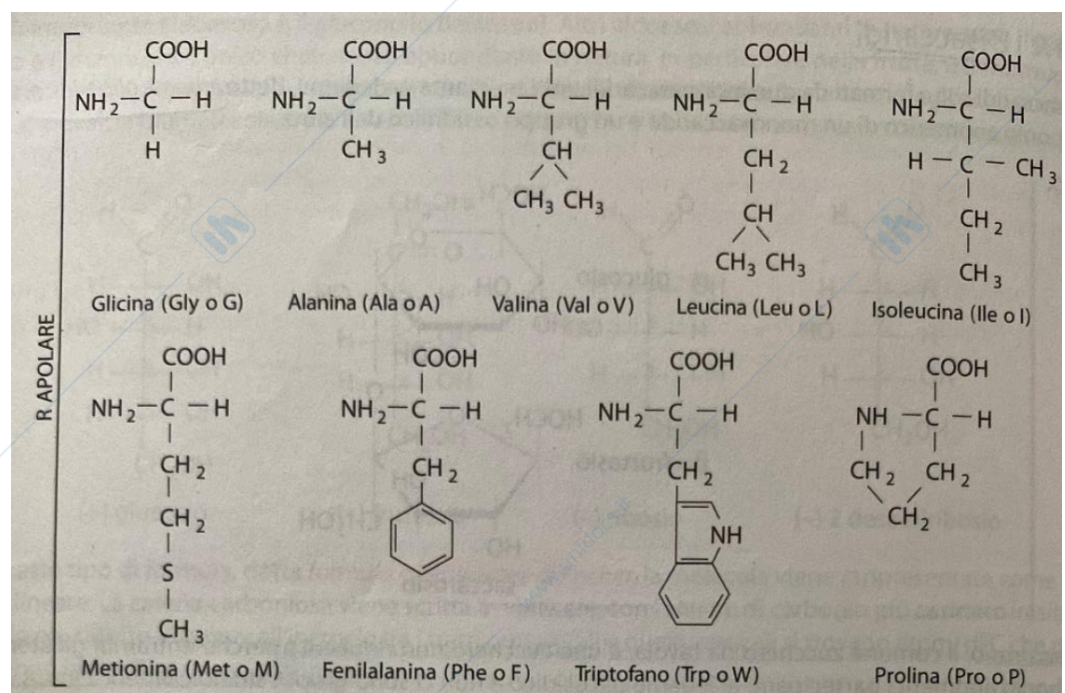
Gli ammino sono composti bifunzionali con gruppi funzionali **amminico** ($-NH_2$) e

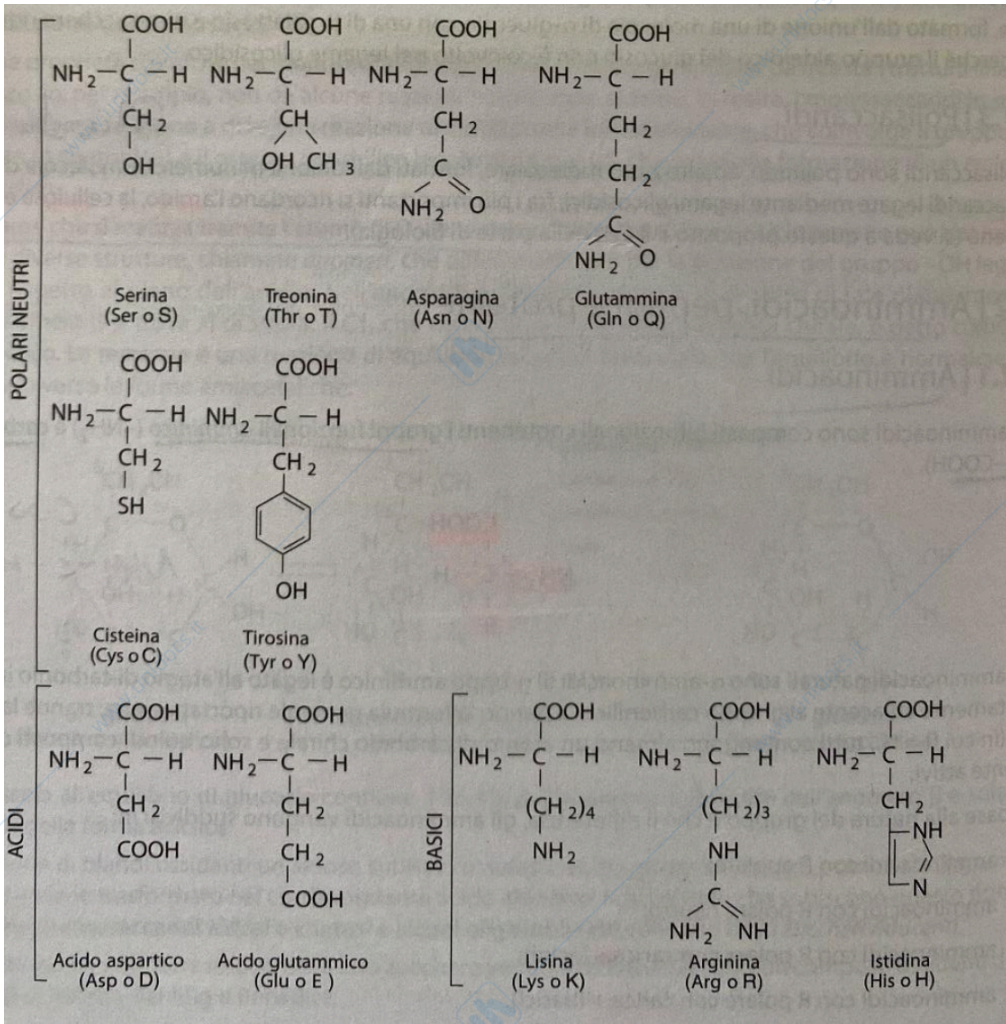
carbossilico ($-COOH$).

I naturali sono α -amminoacidi (gruppo amminico legato all'atomo di C immediatamente adiacente al gruppo carbonilico) e hanno formula generale riportata affianco; tranne la glicina ($R=H$), tutti contengono almeno un atomo di C chirale e sono quindi otticamente attivi. In base a natura del gruppo R, si suddividono:



- Amminoacidi con R polare
- Amminoacidi con R polare neutro
- Amminoacidi con R polare con carica - **acidi**
- Amminoacidi con R polare con carica + **basici**





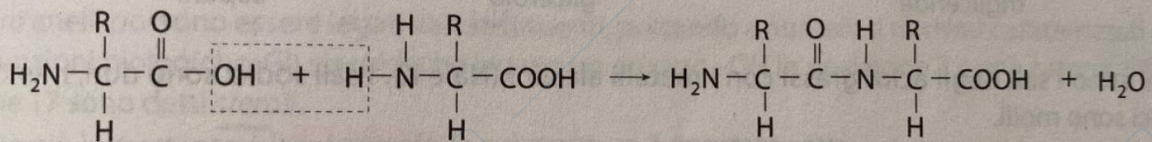
9.2.2 Peptidi e proteine

Proteine sono polimeri biologici unione di 20 ammino diversi. Sono grosse molecole con avvolte centinaia di ammino, la varietà di combo e strutture possibile è enorme, come la varietà di funzione specifiche.

Peptidi polimeri di ammino ma più semplici delle proteine, contengono fino a qualche decina di amminoacido.



Chimicamente, peptidi e proteine sono **poliammidi**, risultanti dalla condensazione del gruppo amminico di un amminoacido con il gruppo carbossilico dell'amminoacido successivo; il legame ammidico che si forma prende il nome di **legame peptidico**:



Il gruppo ammidico $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2-$ di una proteina viene comunemente chiamato **gruppo peptidico**. L'atomo di idrogeno legato all'azoto può formare legame a idrogeno con l'ossigeno di un altro gruppo carbonilico. Solitamente si parla di **oligopeptidi** quando contengono pochi amminoacidi (per convenzione da 2 a 10), di **polipeptidi** quando ne contengono più di 10, e di **proteine** quando la catena è formata da più di 100 amminoacidi (si veda anche il § 1.2.2 nella parte di Biologia).

9.3 Lipidi

A questa ampia classe appartengono sostanze piuttosto eterogenee dal punto di vista chimico, accomunate da somiglianza delle proprietà fisiche, in particolare **solubilità in acqua e solubilità nei solventi organici non polari**.

I principali sono **trigliceridi, cere, fosfolipidi e steroidi**. I lipidi che contengono solo C, H e O (trigliceridi e cere) sono **lipidi semplici**, quelli che contengono anche altri elementi (fosfolipidi) sono **lipidi complessi**.

9.3.1 Trigliceridi

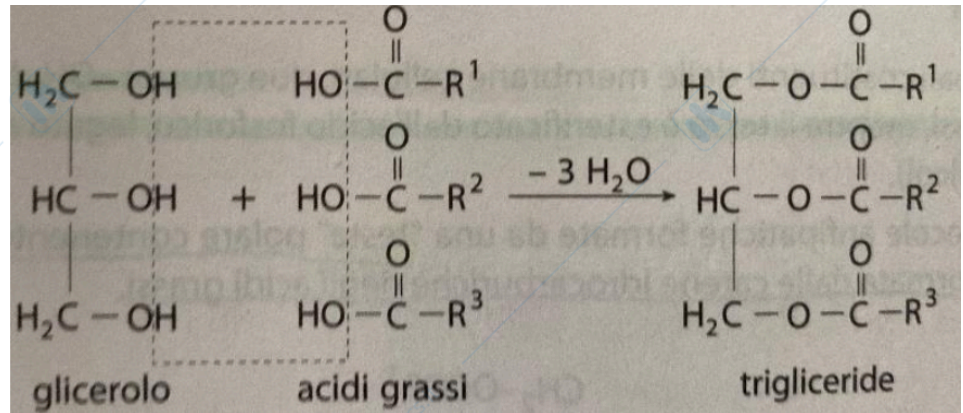
Derivati da reazione esterificazione tra glicerolo e 3 molecole di acidi grassi.

I 3 gruppi R possono essere uguali **trigliceridi**

semplici o diversi **trigliceridi**

misti. Gli oli e i grassi sono miscele di trigliceridi; oli a temperatura ambiente sono liquidi e contengono acidi grassi insaturi, i grassi sono solidi e contengono acidi grassi saturi.

Gli acidi grassi contenuti nei trigliceridi hanno in genere catena lineare e numero pari di atomi di C.

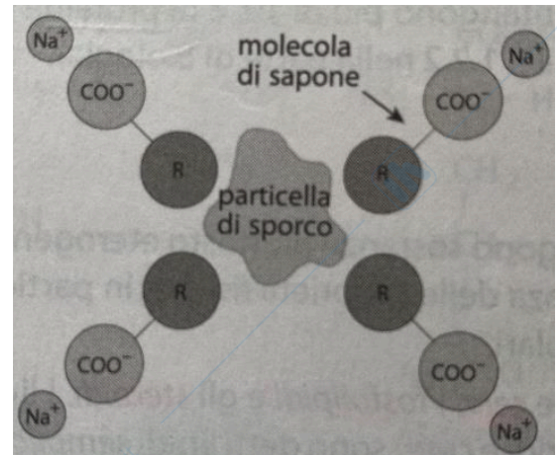


I saponi:

Reazione di idrolisi basica di un trigliceride fornisce glicerolo e Sali degli acidi grassi e prende il nome di *saponificazione*.

Saponi sono Sali degli acidi grassi con i metalli alcalini (Na e K). I Sali sodici sono duri, mentre quelli potassici sono molli. Azione detergente dei saponi si spiega in base alla loro **struttura anfipatica (o anfipatica)**, formata da una porzione idrofoba (gruppo R) e una idrofila (COO⁻Na⁺).

Dispersi in acqua i saponi formano micelle, aggregati sferici nei quali le porzioni idrofobe sono rivolte all'interno e quelle idrofile all'esterno. Le particelle di sporco si sciolgono nella parte idrofoba interna, formando con le micelle un'emulsione che viene eliminata con il risciacquo.



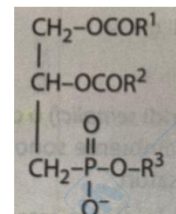
9.3.2 Cere

Sono esteri di acidi grassi con alcoli monovalenti a lunga catena. Si trovano nelle cuticole degli antropoidi e dei vegetali; *rivestimento ceroso si trova su molte foglie e sui frutti come mele, pere e prugne*.

9.3.3 Fosfolipidi

Principali costituenti delle membrane cellulari, 2 gruppi -OH del glicerolo sono esterificati da 2 acidi grassi, mentre il 3° è esterificato dall'acido fosforico, legato a sua volta a una piccola molecola polare (*alcol*).

Molecole anfipatiche formate da **testa** polare contenente il gruppo fosfato e da **coda** idrofoba formata da catene idrocarburiche degli acidi grassi.



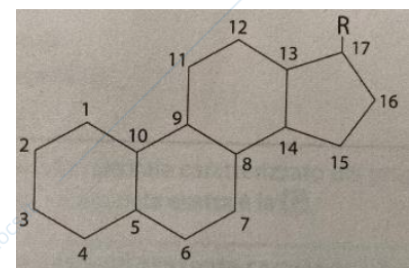
9.3.4 Steroidi

Hanno struttura base comune costituita da 4 anelli condensati.

Ai 4 anelli possono essere legati vari sostituenti, portando numerosi derivati

caratterizzati da specifiche funzioni biologiche. Gli steroidi che legano un gruppo -OH in posizione 3 a una catena alifatica in posizione 17 sono detti **steroli**.

Lo sterolo più importante è il **colesterolo** la cui struttura è riportata sotto.



9.4 Nucleotidi e acidi nucleici

DNA e RNA rappresentano un'altra classe di polimeri biologicamente importanti e svolgono ruoli fondamentali nell'ereditarietà e nella sintesi proteica: possono essere considerati polimeri lineari di nucleotidi.

