Schema delle molecole organiche

Ogni famiglia ha il colore dell'atomo che la caratterizza, come nei modellini molecolari. Per ogni molecola trovi sempre le stesse voci, nello stesso ordine.

C Idrocarburi O Ossigeno S Zolfo N Azoto Bio Biomolecole

C Idrocarburi

Solo C e H. Tutti apolari: punto di ebollizione basso, insolubili in acqua, solubili in solventi apolari.

Alcani saturi

C_nH_{2n+2}

Es. etano $CH_3–CH_3$

Legami	Solo singoli (σ)
Geometria	sp^3, tetraedrica, 109,5°
Struttura	Lineare, ramificata o ciclica
Isomeria	Conformazioni eclissata e sfalsata
Reazioni	Poco reattivi: combustione e sostituzione

Alcheni insaturi

C_nH_{2n}

Es. etene $CH_2=CH_2$

Legami	Un doppio legame C=C (σ + π)
Geometria	sp^2, trigonale planare, 120°
Isomeria	Cis / trans (E/Z)
Reazioni	Addizione al doppio legame → diventano saturi

Alchini insaturi

C_nH_{2n-2}

Es. etino HC≡CH

Legami	Un triplo legame C≡C (σ + 2π)
Geometria	sp, lineare, 180°
Reazioni	Addizione

Aromatici

C_6H_6

Es. benzene

Legami	Anello con elettroni delocalizzati
Geometria	Ogni C sp^2, anello piano, angoli di 120°
Isomeria	Ibrido di risonanza
Reazioni	Sostituzione (non addizione)

Perché sostituzione? Così l'anello resta aromatico e quindi stabile.

O Composti con ossigeno

L'ossigeno rende la molecola polare. Se c'è un –OH si formano ponti a idrogeno: punto di ebollizione alto e buona solubilità (se la catena è corta).

Alcoli -olo

R–OH

Es. etanolo CH_3CH_2OH · gruppo ossidrile

Geometria	C sp^3
Polarità	Polari, ponti H → p. eb. alto
Solubilità	Solubili fino a circa 5–6 C, poi la catena apolare prevale
Acido-base	Acidi e basi debolissimi, pKa ≈ 16
Ossidazione	Primario → aldeide → acido; secondario → chetone; terziario no
Condensazione	Alcol + alcol → etere R–O–R′

Fenoli

$C_6H_5–OH$

–OH legato a un anello aromatico

Geometria	Anello sp^2, piano
Polarità	Polari, ponti H → p. eb. alto
Solubilità	Poco solubili
Acido-base	Più acidi degli alcoli, pKa ≈ 10

Perché più acidi? La carica negativa dell'anione si distribuisce sull'anello per risonanza.

Aldeidi -ale

R–CHO

Es. etanale CH_3CHO · gruppo carbonile a fine catena

Geometria	C e O sp^2, planare, 120°
Polarità	Polari, p. eb. medio: più alto degli alcani, più basso degli alcoli
Solubilità	Solubili se piccole
Redox	Si ossidano facilmente ad acido; si riducono ad alcol primario
Addizione	+ alcol → emiacetale → acetale

Perché p. eb. più basso degli alcoli? Non hanno H legato a O, quindi non fanno ponti H tra loro.

Chetoni -one

R–CO–R'

Es. propanone (acetone) · carbonile in mezzo alla catena

Geometria	sp^2, planare, 120°
Polarità	Come le aldeidi
Redox	Si riducono ad alcol secondario; non si ossidano facilmente
Addizione	+ alcol → emichetale → chetale

Acidi carbossilici -oico

R–COOH

Es. acido acetico CH_3COOH · gruppo carbossile

Geometria	sp^2, planare
Polarità	Molto polari, ponti H doppi → p. eb. molto alto
Solubilità	Solubili se piccoli
Acido-base	Acidi deboli, pKa ≈ 5 → ione carbossilato $R–COO^-$
Condensazione	+ alcol → estere R–COO–R′ + ammina → ammide
Idrolisi	L'estere torna acido + alcol (in ambiente basico = saponificazione)

S Composti con zolfo

Lo zolfo è il "cugino" dell'ossigeno: i tioli somigliano agli alcoli, ma con differenze importanti.

Tioli

R–SH

Gruppo sulfidrile (solfanile) · es. cisteina

Geometria	sp^3
Polarità	Poco polari, ponti H deboli → p. eb. più basso degli alcoli
Acido-base	Più acidi degli alcoli, pKa ≈ 10,5; + base forte → tiolato $R–S^-$
Redox	2 R–SH ⇄ R–S–S–R (disolfuro). L'ossidazione forma il ponte, la riduzione lo rompe
Derivati	Tioetere R–S–R′ (come l'etere)

Da ricordare: il ponte disolfuro tra due cisteine stabilizza la forma delle proteine.

Composti con azoto

L'azoto ha un doppietto libero: se è disponibile la molecola è basica, se è impegnato in risonanza no.

Ammine

$R–NH_2$

Gruppo amminico · primarie, secondarie, terziarie

Geometria	N sp^3, piramidale, ≈ 107°
Polarità	Polari, ponti H → p. eb. alto, ma più basso di alcoli e acidi
Solubilità	Piccole solubili; aumenta a pH acido (diventano $R–NH_3^+$)
Acido-base	Basi deboli, Kb ≈ 10^{-4}. Più basiche con gruppi elettron-donatori, debolissime le aromatiche
Reazioni	+ carbonile → immina (C=N–R) + acido → ammide

Ammidi

$R–CONH_2$

Gruppo ammidico · è il legame peptidico delle proteine

Geometria	Planare; il legame C–N non ruota
Polarità	Molto polari, ponti H → p. eb. molto alto
Acido-base	Neutre (Kb ≈ 10^{-15})
Idrolisi	→ acido carbossilico + ammina

Perché neutre e rigide? Il doppietto di N è condiviso per risonanza con C=O: il legame C–N diventa quasi doppio e N non può più prendere un H^+.

Bio Carboidrati

Atomi C, O, H. Tanti –OH: molto polari e solubili in acqua.

Monosaccaridi

$C_n(H_2O)_n$

Aldosi (con –CHO): glucosio, galattosio, mannosio · Chetosi (con C=O sul C2): fruttosio

Forme	Aperta (D o L) e ciclica (α o β)
Ciclizzazione	Aldoso: C1 + –OH del C5 → emiacetale Chetoso: C2 + –OH del C5 → emichetale
Isomeria	C chirali, forme D/L (enantiomeri), anomeri α/β, epimeri
Solubilità	Molto solubili; in acqua α e β si convertono (mutarotazione)
Redox	Riduzione → poliolo; ossidazione del C1 → acido (zuccheri riducenti)

Carbonio anomerico: è il C1 (o C2 nei chetosi) che diventa chirale quando l'anello si chiude.

Disaccaridi

$C_{12}H_{22}O_{11}$

Due monosaccaridi uniti da un legame glicosidico

Maltosio	Glucosio + glucosio (α1,4) · riducente
Lattosio	Galattosio + glucosio (β1,4) · riducente
Saccarosio	Glucosio + fruttosio · non riducente
Formazione	Condensazione (esce H_2O); l'idrolisi li separa

Riducente o no? È riducente se ha ancora un C anomerico libero. Nel saccarosio sono entrambi impegnati nel legame.

Polisaccaridi

polimeri del glucosio

Amilosio	Lineare, legami α1,4
Amilopectina	Ramificata, α1,4 + ramificazioni α1,6
Cellulosa	Lineare, legami β1,4 (noi non la digeriamo)
Idrolisi	→ glucosio

Bio Amminoacidi e proteine

Atomi C, O, H, N (e S nella cisteina).

Amminoacidi

$H_2N–C\alpha HR–COOH$

Un gruppo amminico + un carbossile sullo stesso Cα

Isomeria	Cα chirale (tranne la glicina); in natura forma L
A pH fisiologico	Zwitterione: $–NH_3^+$ e $–COO^-$
Acido-base	Anfoteri: fanno sia da acido che da base; al punto isoelettrico la carica netta è zero
Gruppi R	Apolari, polari neutri, acidi, basici
Legame	–COOH di uno + $–NH_2$ dell'altro → legame peptidico (ammidico) + H_2O

Strutture delle proteine

1ª primaria	Sequenza di amminoacidi (legami peptidici)
2ª secondaria	α-elica o foglietto β (ponti H)
3ª terziaria	Ripiegamento 3D: interazioni tra catene R, ponti disolfuro
4ª quaternaria	Più catene unite insieme

Fibrose e globulari

Fibrose	Lunghi filamenti, insolubili, molto resistenti (es. collagene, cheratina)
Globulari	Avvolte a gomitolo, solubili: fuori i gruppi polari, dentro quelli apolari (es. enzimi, emoglobina)
Denaturazione	Calore o pH estremi distruggono la forma (non la sequenza)

Bio Lipidi

Lunghe catene apolari: insolubili in acqua.

Acidi grassi

$R–COOH$

Saturi	Solo legami singoli, solidi a temperatura ambiente (grassi)
Insaturi	Con doppi legami (di solito cis), liquidi (oli)

Glicerolo e trigliceridi

glicerolo + 3 acidi

Glicerolo	Tre –OH, polare e solubile
Trigliceridi	Glicerolo + 3 acidi grassi uniti da legami estere
Saponificabili	Hanno legami estere (trigliceridi, fosfolipidi): con base → sapone
Non saponif.	Senza esteri (es. steroidi, colesterolo)

↕ Scale da ricordare

Ossidazione (verso destra si ossida, verso sinistra si riduce)

Alcano → **Alcol** → **Aldeide / chetone** → **Acido carbossilico** → **CO_2**

Acidità (dal più acido)

Acidi carbossilici ≈ 5 > **Fenoli ≈ 10** ≈ **Tioli ≈ 10,5** > **Alcoli ≈ 16**

I numeri sono i pKa: più è basso, più è acido.

Punto di ebollizione (a parità di massa)

Ammidi > **Acidi** > **Alcoli** > **Ammine** > **Aldeidi / chetoni** > **Alcani**

Più ponti H = più alto.

Reattività dei derivati degli acidi

Cloruri acilici > **Anidridi** > **Esteri** > **Ammidi** > **Carbossilati**

Rielaborato dallo schema del corso, con alcune correzioni. Verifica sempre con le slide del docente.