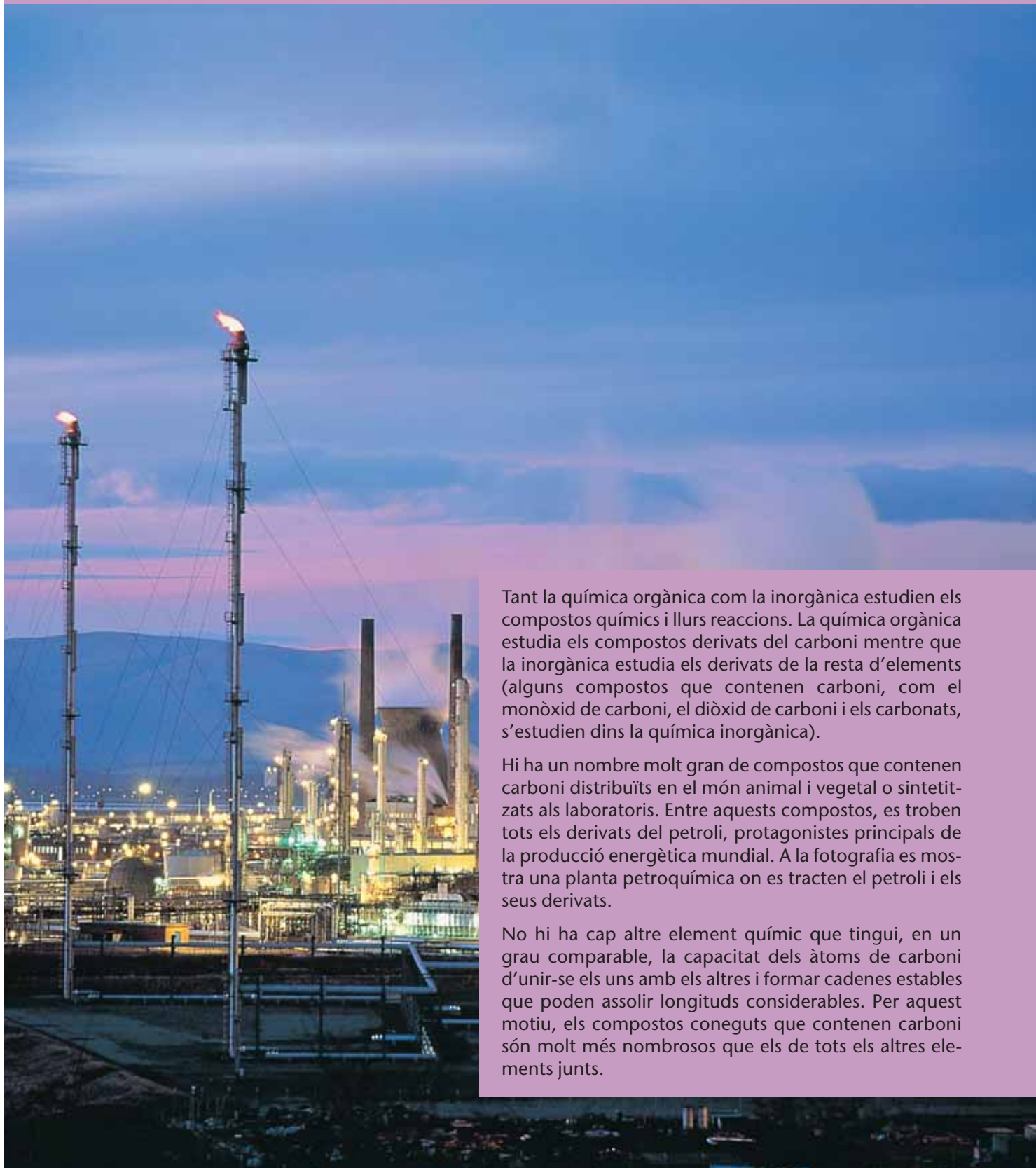


9 | Introducció a la química del carboni



Tant la química orgànica com la inorgànica estudien els compostos químics i llurs reaccions. La química orgànica estudia els compostos derivats del carboni mentre que la inorgànica estudia els derivats de la resta d'elements (alguns compostos que contenen carboni, com el monòxid de carboni, el diòxid de carboni i els carbonats, s'estudien dins la química inorgànica).

Hi ha un nombre molt gran de compostos que contenen carboni distribuïts en el món animal i vegetal o sintetitzats als laboratoris. Entre aquests compostos, es troben tots els derivats del petroli, protagonistes principals de la producció energètica mundial. A la fotografia es mostra una planta petroquímica on es tracten el petroli i els seus derivats.

No hi ha cap altre element químic que tingui, en un grau comparable, la capacitat dels àtoms de carboni d'unir-se els uns amb els altres i formar cadenes estables que poden assolir longituds considerables. Per aquest motiu, els compostos coneguts que contenen carboni són molt més nombrosos que els de tots els altres elements junts.



1 | Química del carboni o química orgànica

Friedrich Wöhler (1800 - 1882) investigà en tots els camps de la química. Va obtenir per primera vegada alumini pur, beril·li, bor, silici en estat cristal·lí, itri i titani. Estudià també el metabolisme, la cocaïna i la urea.

Va ser un gran investigador i un gran pensador.

Només alguns derivats del carboni, com el monòxid de carboni, el diòxid de carboni i els carbonats, no es consideren compostos orgànics.

Totes les substàncies anomenades orgàniques contenen sempre carboni en la seva molècula. Ja en el segle XVIII, els químics van trobar en els éssers vius (plantes i animals) molts compostos químics que no es trobaven al regne mineral.

Així, des del punt de vista històric, el terme «química orgànica» es va aplicar a l'estudi de compostos com la urea, la glucosa, el sucre i l'alcohol, que es trobaven en els éssers vius i s'obtenien a partir d'aquests. Durant molt de temps es va creure que aquests compostos només podien ser creats per la "força vital" dels éssers vius, el que es coneix per teoria vitalista.

El 1828, Friedrich Wöhler, químic alemany, va aconseguir preparar a partir de substàncies minerals i per procediments corrents en el laboratori, la urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, que es troba en l'orina de molts animals i de l'ésser humà i és, per tant, un producte genuïnament orgànic.

Després d'aquest descobriment transcendent, es van anar obtenint molts altres compostos orgànics a partir de substàncies minerals. Aviat es va difuminar la frontera entre química orgànica i inorgànica i es va abandonar definitivament la teoria vitalista.

Actualment anomenem **química del carboni** o **química orgànica** la part de la química que estudia els **compostos de carboni**, tant si han estat preparats artificialment com si s'han obtingut dels éssers vius (animals i vegetals). Formen part de la **química del carboni** el cautxú natural i artificial, les fibres naturals (llana, seda, cotó...) o artificials (el niló), els combustibles, com el gas natural i els petroliis, els carbons i la fusta, la cel·lulosa, el midó, les vitamines, els greixos, els olis, els tints, els detergents, els insecticides, els fàrmacs i un llarg etcètera.

En l'actualitat es coneixen més de cinc milions de compostos de carboni i diàriament s'obtenen uns mil compostos orgànics nous. S'ha de tenir en compte que dels compostos que no pertanyen a la química del carboni (compostos inorgànics) només se'n coneixen uns tres-cents mil.

2 | L'àtom del carboni. Cadenes carbonades

El carboni, de configuració electrònica $1s^2 2s^2 2p^2$, té **quatre electrons** en el nivell més extern. A causa de la situació intermèdia que ocupa en la taula periòdica no forma compostos iònics sinó que s'uneix amb altres elements o amb ell mateix mitjançant **enllaços covalents**. Cada àtom de carboni pot compartir quatre electrons i formar quatre enllaços. El carboni és **tetracovalent**.

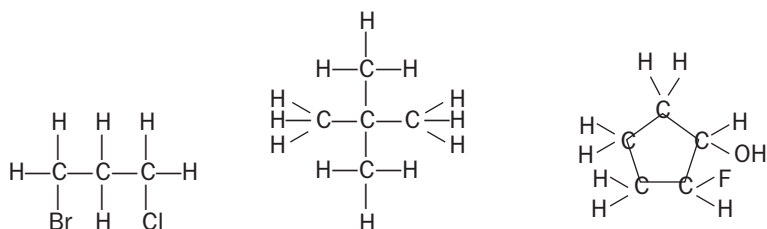
Els altres elements que s'uneixen al carboni per formar compostos orgànics són l'hidrogen, de manera molt destacada, i en segon lloc, altres no-metalls com l'oxigen, el nitrogen, els halògens, el fòsfor i el sofre.

La gran quantitat de compostos químics que contenen carboni és deguda, fonamentalment, a la capacitat que tenen els àtoms de carboni d'unir-se



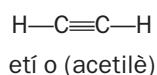
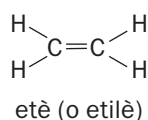
els uns amb els altres: cada àtom pot unir-se a un, dos, tres o quatre àtoms de carboni, i formar cadenes estables que poden arribar a tenir un nombre elevat d'àtoms d'aquest element.

Les cadenes poden ser lineals, ramificades o tancades formant cicles. Exemples:



a) cadena lineal b) cadena ramificada c) cadena tancada o cicle

Dos àtoms de carboni poden estar units mitjançant un enllaç covalent senzill (compartició d'un parell d'electrons), com en els exemples anteriors (a, b i c), o també estar units mitjançant enllaços covalents dobles o triples, segons comparteixin dos o tres parells d'electrons, respectivament. Exemples:



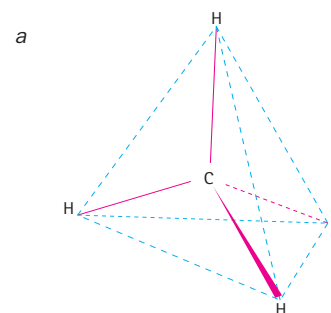
3 | Estructura tetraèdrica de l'àtom de carboni

En una cadena hidrocarbonada en què tots els enllaços són senzills, la distribució més estable de quatre àtoms al voltant del carboni és la tetraèdrica. És a dir, l'àtom de carboni ocupa el centre d'un tetràedre regular imaginari i els seus quatre enllaços estan dirigits als quatre vèrtexs d'aquest tetràedre: observa la figura 1 (a, b i c) i la figura 2.

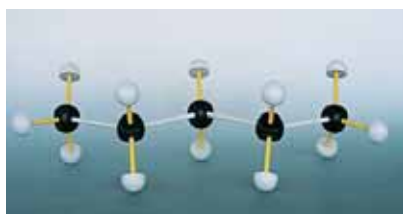
Com hem dit, dos àtoms de carboni també poden estar units mitjançant un enllaç doble o triple.

La zona de la cadena carbonada que presenta un doble enllaç perd l'estructura tetraèdrica i adopta la forma plana (Fig. 3).

La zona de la cadena que presenta un triple enllaç també perd l'estructura tetraèdrica i adopta la forma lineal (Fig. 4).



1. a) Molècula de metà, CH_4 . b) Model molecular en què s'aprecien les direccions dels enllaços. c) Model molecular compacte.



2. Model molecular del pentà, C_5H_{12} , en què s'aprecien les direccions dels enllaços. La cadena carbonada es desenvolupa en forma de ziga-zaga.



3. Model molecular de l'etè, C_2H_4 . En aquesta molècula els sis àtoms estan situats en un mateix pla.



4. Model molecular de l'etí, C_2H_2 . En aquesta molècula els quatre àtoms se situen en línia recta.

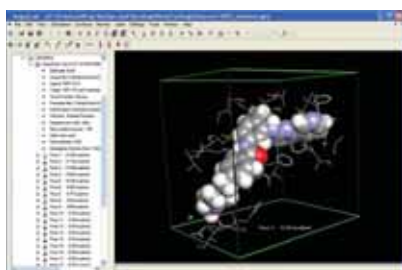


La unió entre dos àtoms es caracteritza per la longitud de l'enllaç o distància interatòmica. Un enllaç doble o triple disminueix la longitud de l'enllaç. Així, per exemple, la distància entre dos àtoms de carboni units per un enllaç senzill és de 0,154 nm, en un doble enllaç és de 0,133 nm i en un triple enllaç és de 0,120 nm.

4 | Fórmules

RECORDA QUE

- Una **fórmula molecular** és la que ens indica el nombre i la classe d'àtoms que formen la molècula. Així, per exemple, la fórmula molecular del butà és C_4H_{10} i la del peròxid d'hidrogen és H_2O_2 .
- S'anomena **fórmula empírica** la que només ens indica la classe d'àtoms i la proporció en què es troben en el compost. Així, la fórmula empírica del butà és C_2H_5 i la del peròxid d'hidrogen, HO .



5. Les simulacions informàtiques permeten representar fórmules configuracionals de molècules complexes i visualitzar-les des de qualsevol punt de vista.

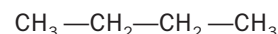
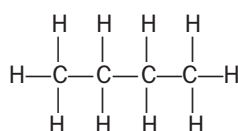
a) Model molecular del pentà amb el programa de codi obert Jmol.

b) Model molecular d'un medicament amb el programa d'investigació i desenvolupament ArgusLab.

Tal com veurem a l'apartat següent, la fórmula empírica i la fórmula molecular no sempre són específiques d'un determinat compost orgànic: dos compostos diferents poden tenir la mateixa fórmula empírica i molecular. Per això, l'una i l'altra són insuficients per formular compostos orgànics. Interessa un tipus de fórmula que ens indiqui com estan distribuïts els àtoms en la molècula, és a dir, la seva fórmula **constitucional**.

Per simbolitzar la **constitució** d'una molècula ens valem de l'anomenada fórmula **desenvolupada plana**, que ens detalla en el pla del paper cada un dels enllaços que uneixen els àtoms en la molècula.

També és molt utilitzada la fórmula **semidesenvolupada plana**, que indica els enllaços entre carbonis i abreuja els enllaços entre el carboni i altres àtoms. Exemple:



fórmula desenvolupada del butà

fórmula semidesenvolupada del butà

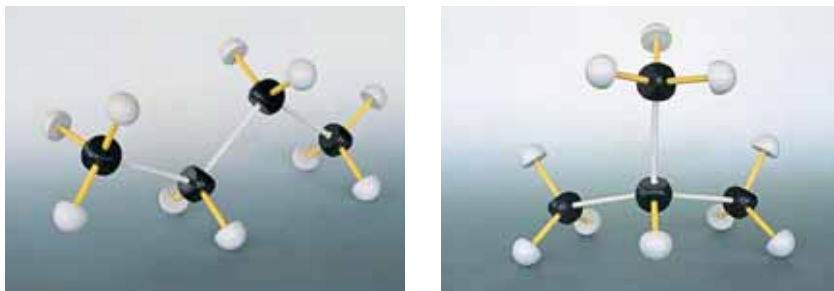
És important observar que cap de les dues fórmules no ens dóna informació sobre la disposició dels àtoms a l'espai. Quan una fórmula ens indica, a més, la disposició dels àtoms a l'espai s'anomena **fórmula configuracional**. En la figura 1a està representada la configuració de la molècula de metà.

5 | Isomeries

En química inorgànica, cada fórmula sol representar, quasi sempre, un determinat compost. Així, per exemple, hi ha un sol compost químic de fórmula H_2O , l'aigua, la molècula del qual està formada per dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen disposats sempre de la mateixa manera. Però ja hem indicat que compostos orgànics diferents poden tenir la mateixa fórmula empírica i molecular.



Per exemple, amb la fórmula molecular C_4H_{10} es representen dos compostos químics diferents, que tenen la mateixa composició i la mateixa massa molecular. Malgrat això, un dels compostos té un punt d'ebullició de $-0,5^\circ\text{C}$ i l'altre de -12°C . El fet que la combinació de quatre àtoms de carboni i deu àtoms d'hidrogen doni lloc a dos compostos químics diferents és degut al fet que hi ha, en aquest cas, dues maneres diferents d'ordenar-se els àtoms en la molècula (Fig. 6).



6. Models moleculars de dos compostos isòmers entre ells. Tots dos tenen la mateixa fórmula molecular, C_4H_{10} , però una de les molècules és lineal i l'altra ramificada.

Quan dos o més compostos químics diferents tenen la mateixa fórmula molecular es diu que són **isòmers** entre ells (del grec *isos*, igual, i *meros*, parts). El fenomen corresponent rep el nom d'**isomeria**.

Hi ha diversos tipus d'isomeria, que poden classificar-se en dos grups:

a) **Isomeria constitucional**

La isomeria constitucional la presenten els compostos que tenen fórmules moleculars idèntiques, però els seus àtoms estan distribuïts de manera diferent a la molècula (tenen la fórmula desenvolupada diferent).

La isomeria constitucional pot ser de **cadena**, de **posició** i de **funció**.

b) **Estereoisomeria**

Presenten estereoisomeria els compostos que tenen fórmules moleculars idèntiques. Els àtoms que formen la molècula presenten la mateixa distribució, però la diferència rau en la disposició diferent dels seus àtoms a l'espai: es diu que les seves molècules tenen **configuració** diferent. Hi ha dos tipus d'estereoisomeria: la **geomètrica** i l'**òptica**.

Estudiaràs aquests tipus d'isomeria al llarg de la unitat.

6 | Hidrocarburs

Els hidrocarburs són compostos orgànics formats per carboni i hidrogen.

Com hem vist, els enllaços covalents entre dos àtoms de carboni poden ser senzills, dobles o triples segons comparteixin un, dos o tres parells d'electrons respectivament.

Si tots els enllaços entre els àtoms de carboni són senzills, els hidrocarburs s'anomenen **alcans** o **hidrocarburs saturats**.



Si les molècules contenen un o més d'un doble enllaç entre dos àtoms de carboni, els hidrocarburs s'anomenen **alquens** o **hidrocarburs etilènics**.

Si contenen un o més d'un triple enllaç, s'anomenen **alquins** o **hidrocarburs acetilènics**.

Els alquens i els alquins reben també el nom genèric d'**hidrocarburs insaturats**.

Els hidrocarburs poden ser de **cadena oberta** (lineal o ramificada) i de **cadena tancada**, formada per cicles.

7 | Alcans

Alcans de cadena lineal. Formulació i nomenclatura



7. Model molecular de l'hexà. És un líquid volàtil, insoluble en l'aigua i menys dens que aquesta.

Els quatre primers termes de la sèrie (1, 2, 3 i 4 àtoms de carboni) tenen noms particulars. A partir de 5 àtoms de carboni s'anomenen segons el prefix grec corresponent al nombre d'àtoms de carboni seguit per la terminació **-à**. Aquesta terminació és una característica de tots els alcans, tant si són de cadena oberta com tancada.

Nom	Fórmula molecular	Fórmula semidesenvolupada
Metà	CH ₄	CH ₄
Età	C ₂ H ₆	CH ₃ —CH ₃
Propà	C ₃ H ₈	CH ₃ —CH ₂ —CH ₃
Butà	C ₄ H ₁₀	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Pentà	C ₅ H ₁₂	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Hexà	C ₆ H ₁₄	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃

I així successivament: heptà, octà, nonà, decà, undecà, dodecà, tridecà, etc.

Observa que la fórmula general d'aquests hidrocarburs és C_nH_{2n+2}, on **n** és el nombre d'àtoms de carboni de la molècula.

Alcans ramificats. Isomeria de cadena

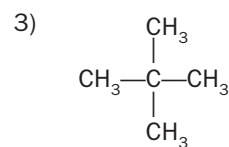
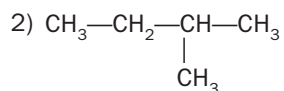
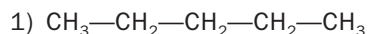
a) Cadena principal i radicals

Excepte en els casos del metà, de l'età i del propà, la resta d'hidrocarburs presenten el tipus d'isomeria anomenada **isomeria de cadena** a causa de la distribució diferent dels àtoms de carboni i d'hidrogen en la cadena carbonada.

Observa una altra vegada la figura 6. El butà, de fórmula molecular C₄H₁₀, presenta dos isòmers de cadena.



Per a l'hidrocarbur de fórmula molecular C_5H_{12} són possibles els isòmers de cadena següents:



És el pentà, o **n-pentà**.

Hidrocarburs ramificats

Com que cada un dels hidrocarburs té propietats físiques i químiques diferents, s'han de distingir i donar noms diferents.

Així, l'hidrocarbur 2) se'l considera constituït per una cadena lineal de quatre àtoms de carboni, anomenada **cadena principal** (la més llarga), que té un substituent o ramificació: el grup $-CH_3$.

En l'hidrocarbur 3), la cadena principal de tres àtoms de carboni té dos substituents (dos grups $-CH_3$).

Aquests substituents o ramificacions se'ls anomena **radicals** o **grups alquílics**.

Per anomenar un radical només cal canviar la terminació -à del nom de l'hidrocarbur del qual procedeix, per **-il**:

$-CH_3$ metil

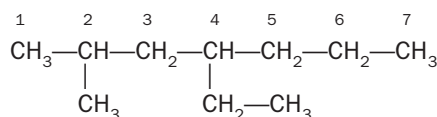
$-CH_2-CH_3$ etil

$-CH_2-CH_2-CH_3$ propil

Observa que un radical es pot considerar com un hidrocarbur que ha perdut un àtom d'hidrogen. Quan es formula, s'escriu un guió que indica el lloc en què s'ha eliminat l'hidrogen de l'hidrocarbur.

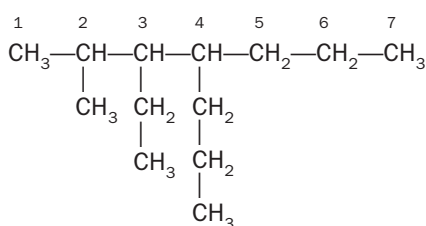
b) Nomenclatura dels hidrocarburs ramificats

Es numera primer la cadena més llarga –cadena principal– d'un extrem a l'altre, de manera que els àtoms de carboni amb substituents tinguin els números més baixos possibles. Així, per exemple, per a l'hidrocarbur:



s'ha començat a numerar per l'esquerra, ja que trobem les ramificacions en els carbonis 2 i 4; en canvi, si es comença a numerar per la dreta, les ramificacions estan en els carbonis 4 i 6.

Quan s'anomena l'hidrocarbur, se citen els noms dels radicals alquílics per ordre alfabètic precedits del número que indica el carboni de la cadena principal al qual estan units, i a continuació el nom de l'hidrocarbur que constitueix la cadena principal. Exemple:

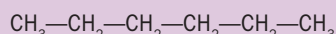


és el 3-etil-2-metil-4-propilheptà.

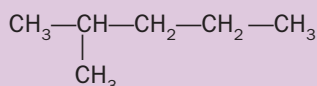


El nombre possible d'isòmers de cadena augmenta ràpidament amb el nombre d'àtoms de carboni de la molècula. Així, hi ha 2 isòmers de cadena de fórmula C_4H_{10} , 3 de C_5H_{12} , 5 de C_6H_{14} , 9 de C_7H_{16} , 75 de $C_{10}H_{22}$, 355 de $C_{12}H_{26}$, 366 319 de $C_{20}H_{42}$...

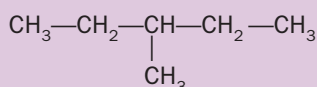
Tots els isòmers de fórmula molecular C_6H_{14}



hexà o n-hexà



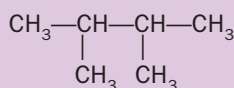
2-metilpentà



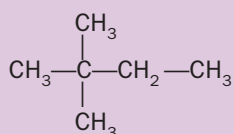
3-metilpentà (Fig. 8a)

Observa que no hi ha més possibilitats de disposar 5 àtoms de carboni en una cadena principal amb un radical $-CH_3$ com a substituent.

Els isòmers que contenen 4 àtoms de carboni en la seva cadena principal són:

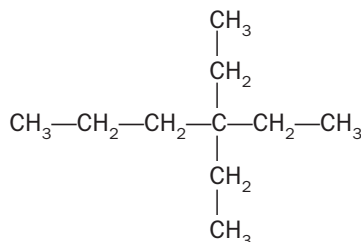


2,3-dimetilbutà

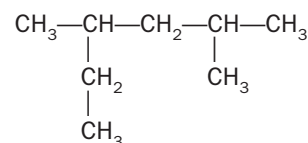


2,2-dimetilbutà (Fig. 8b)

Si algun dels radicals es repeteix, s'utilitzen els prefixos *di-*, *tri-*, *tetra-*...
Exemples:



és el 3,3-dietilhexà.



és el 2,4-dimetilhexà.

En aquest últim exemple, podries pensar que el nom correcte és 2-etil-4-metilpentà, però abans que res cal fixar-se en la cadena principal més llarga i adonar-se que és de sis àtoms de carboni.

Observa que en tots els exemples els nombres estan separats per una coma i els noms, per un guió.



8. El 3-metilpentà (a) i el 2,2-dimetilbutà (b) són isòmers de cadena.

8 | Obtenció i propietats dels alcans

Obtenció

La font natural més abundant d'hidrocarburs saturats o alcans és el petroli.

El petroli és un líquid format per una mescla d'hidrocarburs líquids, que porta en dissolució hidrocarburs gasosos i sòlids. Conté també quantitats petites de sofre, d'oxigen i de nitrogen.

El petroli brut, tal com s'extreu del jaciment, és un líquid d'aspecte oliós, lleugerament menys dens que l'aigua i de color variable, des del marró clar fins al negre. La seva olor és desagradable.

El petroli brut no té aplicació directa i per poder-lo utilitzar es procedeix a la seva destil·lació, que consisteix a separar els diversos components. Aquesta separació està basada en les diferències de punt d'ebullició d'un grup de components o «fracció» que forma el petroli. La separació s'aconsegueix mitjançant la destil·lació fraccionada, tal com s'explica en l'apartat *Ciència, tècnica i societat* del final de la unitat.



Propietats físiques

Els hidrocarburs són substàncies poc polars o no polars. La manca de polaritat és general en els hidrocarburs i això fa que siguin pràcticament **insolubles en aigua**, ja que aquesta és un dissolvent molt polar.

En canvi, són solubles en altres dissolvents orgànics com el benzè, l'èter, el cloroform, l'acetona, etc.

Moltes propietats varien gradualment a mesura que augmenta el nombre d'àtoms de carboni. Així, en els alcans lineals, el punt d'ebullició augmenta al llarg de la sèrie: els quatre primers hidrocarburs (metà, età, propà i butà) són gasos a temperatura i pressió ordinàries; els de 5 a 16 àtoms de carboni són líquids, i amb més de 16 àtoms de carboni són sòlids.

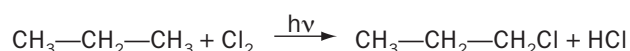
La densitat també va augmentant amb la massa molecular. Tots són menys densos que l'aigua i hi floten.

Propietats químiques

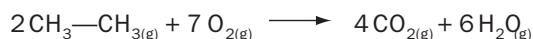
Els hidrocarburs saturats són químicament molt estables. Això significa que difícilment reaccionen a temperatura ambient: els àcids i els hidròxids no reaccionen amb aquests hidrocarburs en fred.

A causa de l'estabilitat que presenten els hidrocarburs saturats enfront de molts reactius, també reben el nom de parafines (del llatí *parum affinis* –poc afí). L'escassa reaccionabilitat és deguda a la poca polaritat de les molècules i al fet que els enllaços C—C i C—H són molt forts.

Amb els halògens i en presència de llum donen **reaccions de substitució**. Així, en reaccionar amb el diclor, un àtom d'hidrogen se substitueix per un d'halogen:



Tots els hidrocarburs són combustibles: en cremar, amb suficient dioxigen o aire, s'obté diòxid de carboni i vapor d'aigua:



Les reaccions de combustió tenen lloc amb un gran despreniment d'energia, que és aprofitada per a diferents finalitats industrials i domèstiques.

Actualment, a partir dels hidrocarburs obtinguts en la destil·lació del petroli, i mitjançant reaccions químiques, es fabriquen una gran quantitat de substàncies, com el cautxú sintètic, plàstics fibres sintètiques, medicaments, detergents, explosius, insecticides, perfums, i fins i tot, aliments.

9 | Cicloalcans

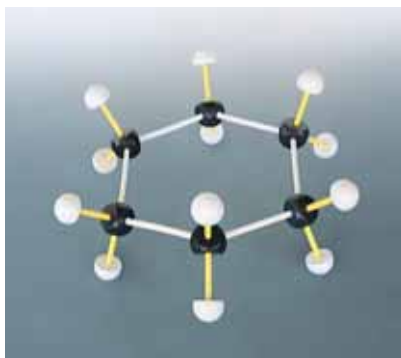
Fins aquí hem estudiat els hidrocarburs saturats de cadena oberta. Hi ha també hidrocarburs saturats de cadena tancada o cíclica.

Els hidrocarburs saturats d'estructura cíclica s'anomenen afegint el prefix **ciclo-** al nom del corresponent alcà de cadena oberta.



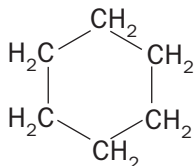
9. La insolubilitat i la poca densitat dels alcans es fan patents en els vessaments de combustibles líquids d'origen fòssil al mar.

Molts alcans, sobretot els més volàtils, són utilitzats com a «llevataques», ja que dissolen bé els greixos, però són tòxics i inflamables. S'han de manipular en locals ben ventilats i lluny d'una flama.

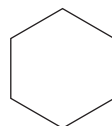


10. Model molecular del ciclohexà.

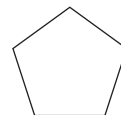
Per facilitar la formulació d'aquests hidrocarburs, s'acostuma a dibuixar el polígon regular de tants costats com àtoms de carboni té el cicle (cada costat és un enllaç C—C). Se suprimeix l'escriptura dels àtoms d'hidrogen, ja que se sobreentén que cada àtom de carboni ha d'estar saturat amb àtoms d'hidrogen. Exemples:



o

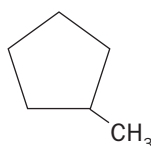


és el ciclohexà.

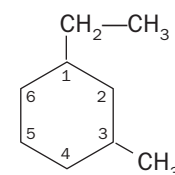


és el ciclopentà.

Per anomenar els cicloalcans substituïts es considera el cicle com a cadena principal i les cadenes obertes es consideren radicals. Així:



és el metilciclopentà.



és l'1-etil-3-metilciclohexà.

Observa en l'últim exemple que, en numerar el cicle, es fa de manera que els substituents estiguin situats en els àtoms de carboni amb els números més baixos possibles.

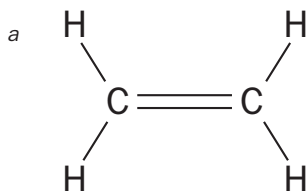
10 | Alquens

La unió mitjançant un doble enllaç comporta una posició rígida dels dos àtoms de carboni.

La distància entre els dos àtoms de carboni units per un doble enllaç és menor que si estan units per un enllaç covalent senzill.

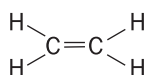
Els alquens són els hidrocarburs que contenen algun doble enllaç carboni-carboni a la seva molècula.

La zona de la cadena carbonada que presenta el doble enllaç perd l'estructura tetraèdrica (característica dels hidrocarburs saturats) i adopta la forma plana. Observa la figura 11. Els àtoms de carboni que formen el doble enllaç, juntament amb els quatre àtoms d'hidrogen units directament a ells, estan en un mateix pla. Els enllaços formen entre ells angles de 120 graus.

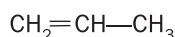


11. a) Fórmula desenvolupada de la molècula d'etè. b) Model molecular que indica les direccions dels enllaços. c) Model molecular compacte. Observa que en aquesta molècula els sis àtoms estan situats en un mateix pla.

Els hidrocarburs que contenen un doble enllaç **s'anomenen** com els alcans del mateix nombre d'àtoms de carboni, però canviant la terminació **-à** per **-è**. Tenim, doncs, que per a les molècules de dos i tres carbonis:

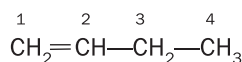


és l'etè o etilè

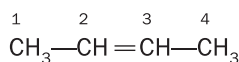


és el propè

Quan la cadena és més llarga, s'ha d'indicar la posició en què es troba el doble enllaç. Per això, cal numerar la cadena procurant que els números més baixos corresponguin als carbonis del doble enllaç. En anomenar l'hidrocarbur, s'indica davant del nom el número menor corresponent als dos carbonis entre els quals hi ha el doble enllaç. Vegem uns exemples:



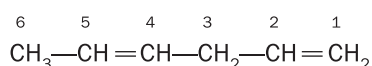
1-butè



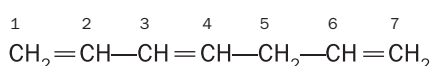
2-butè

Aquests dos hidrocarburs són **isòmers de posició del doble enllaç**.

Quan en la molècula hi ha més d'un doble enllaç, l'hidrocarbur s'anomena afegint la terminació **-diè** (dos enllaços dobles), **-triè** (tres enllaços dobles) al prefix grec corresponent. Davant del nom també s'escriuen els números que indiquen la situació dels dobles enllaços:

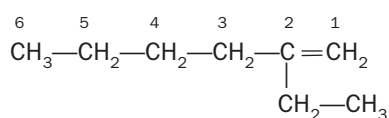


1,4-hexadiè (no 2,5-hexadiè)

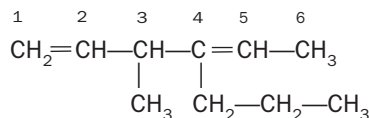


1,3,6-heptatriè

En el cas que la cadena de l'alquè tingui ramificacions, es pren com a cadena principal la més llarga entre les que contenen el doble enllaç (o els dobles enllaços). Així, l'alquè:



és el 2-etil-1-hexè

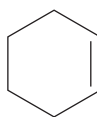


és el 3-metil-4-propil-1,4-hexadiè

Quan l'enllaç doble forma part d'un cicle (alquens cíclics), s'afegeix el prefix **ciclo-** al nom de l'alquè, tal com s'ha explicat per als alcans cíclics. Exemples:



ciclopentè



ciclohexè

11 | Estereoisomeria dels alquens

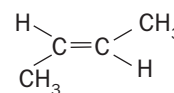
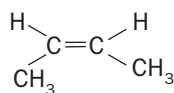
Són **estereoisòmers** els compostos que tenen la mateixa fórmula molecular, la mateixa fórmula constitucional, però **fórmula configuracional diferent**, és a dir, estan formats pels mateixos àtoms, units i distribuïts de la mateixa manera, però **disposats a l'espai de manera diferent**.

En les figures 13a i 13b pots observar dos estereoisòmers del 2-butè, $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$, que tenen propietats diferents.



12. Model molecular del propè.

La fórmula general dels alquens de cadena oberta, amb un doble enllaç, és C_nH_{2n} , on **n** el és nombre d'àtoms de carboni de la molècula.



13. a) (Z)-2-butè o també cis-2-butè. b) (E)-2 butè o també trans-2-butè.

Les lletres Z i E provenen de les paraules alemanyes *zusammen*, que significa *junts*, i *entgegen*, que significa *oposats*. Per a molècules senzilles també s'han usat molt els prefixos llatins *cis-* (a un mateix costat), i *trans-* (a costats oposats).

En la configuració de la figura 13a, els dos grups —CH_3 queden a un mateix costat de l'eix del doble enllaç i en la figura 13b, queden en costats diferents.

Per indicar que els dos grups —CH_3 queden al mateix costat del doble enllaç, es col·loca davant del nom la lletra Z, i si estan en costats diferents del doble enllaç, la lletra E. Les lletres E i Z es posen entre parèntesis, davant del nom de l'alquè, en lletres cursives, seguides d'un guió.

Així, la molècula de la figura 13a es denomina (Z)-2-butè, i la de la figura 13b, (E)-2-butè.

Aquest tipus d'estereoisomeria s'anomena **estereoisomeria geomètrica**.

12 | Obtenció i propietats dels alquens

Obtenció

Actualment s'obtenen per craqueig (ruptura) de les fraccions lleugeres del petroli.

Propietats físiques

En els hidrocarburs etilènics, els punts de fusió i els d'ebullició augmenten a mesura que creix la longitud de la cadena carbonada, igual com passa en els hidrocarburs saturats.

L'etè, el propè i l'1-butè són gasos a temperatura ordinària. L'1-pentè és ja un líquid.

Són insolubles en aigua i menys densos que aquesta.

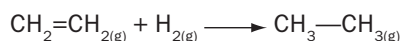
Propietats químiques

La presència d'un o més d'un dobles enllaços determina una **gran reactivitat química**.

La reacció química característica dels alquens és la d'**addició al doble enllaç** de molècules com l'hidrogen, els halògens o els hidràcids. En la



reacció d'addició, el doble enllaç es trenca, passa a ser enllaç senzill i cada un dels àtoms de carboni adquireix un substituent nou:



És una reacció d'**hidrogenació**.



És una reacció de **bromació**.

Els alquens són **combustibles** igual que els hidrocarburs saturats:

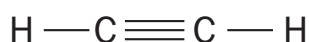


13 | Alquins

Els alquins són els hidrocarburs que contenen almenys dos àtoms de carboni units per un triple enllaç.

Si una molècula conté triples enllaços carboni-carboni, la zona de la cadena que presenta el triple enllaç adopta la forma lineal (Fig. 14).

a



b



c



14. a) Molècula d'etí, C_2H_2 . b) Model molecular que indica les direccions dels enllaços. c) Model molecular compacte. Observa que en aquesta molècula els quatre àtoms se situen en línia recta.

La unió mitjançant un triple enllaç dóna lloc a una posició rígida dels dos àtoms de carboni, igual que passa amb el doble enllaç.

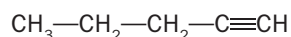
La distància entre els dos àtoms de carboni units per un triple enllaç és menor que si estan units per un doble enllaç.

Nomenclatura

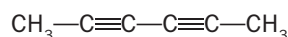
Els alquins amb un triple enllaç s'anomenen com els alcans del mateix nombre d'àtoms de carboni canviant la terminació **-à** per **-í**. Quan hi ha més d'un triple enllaç, l'alquí s'anomena afegint la terminació **-dií**, **-trií**, etc. al nom grec corresponent. La resta de la nomenclatura és anàloga a la dels alquens:



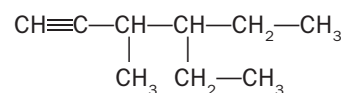
etí (o acetilè)



1- pentí



2, 4-hexadií



4-etil-3-metil-1-hexí

Podem trobar-nos amb un hidrocarbur que contingui, a la vegada, dobles i triples enllaços. Per anomenar-los, s'esmenten primer els dobles i després els triples. **Els dobles enllaços tenen prioritat sobre els triples**. Així, si un compost té un doble enllaç i un de triple, es fa servir la terminació **-en-í**. Si té dos dobles enllaços i tres de triples, la terminació és **-dien-trií**, etc.



15. Model molecular del 2-pentí. Observa una altra vegada com la zona de la cadena que presenta el triple enllaç adopta la forma lineal.

$$\begin{array}{cc} \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 & \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \text{1-hepten-5-í} & \text{3-octen-1,7-dii} \end{array}$$

La fórmula general dels alquins de cadena oberta amb un triple enllaç és $C_n H_{2n-2}$, on **n** és el nombre d'àtoms de carboni de la molècula.

Propietats físiques

Els quatre primers compostos són gasos. L'1-pentí és ja líquid. Són insolubles en aigua i menys densos que aquesta.

Propietats químiques

A causa del seu **caràcter insaturat** són **molt reactius**. La reacció química característica dels alquins és la d'**addició al triple enllaç** de molècules com l'hidrogen o els halògens.

El triple enllaç, en una primera addició, es trenca i passa a doble enllaç. Si l'addició continua, el doble enllaç es trenca i passa a senzill.

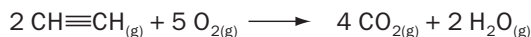
Així, per exemple, la **hidrogenació** completa de l'acetilè és:



Observa que en la hidrogenació de l'acetilè es passa d'una estructura lineal a una plana (reacció 1) i d'aquesta a una estructura que té dos àtoms de carboni tetraèdrics (reacció 2).

Com tots els hidrocarburs, els alquins són **combustibles**. Amb suficient oxigen s'obté diòxid de carboni, vapor d'aigua i energia.

Per exemple, l'equació química corresponent a la combustió de l'acetilè és:



14 | Benzè. Hidrocarburs aromàtics

El més important dels hidrocarburs cíclics és el **benzè** de fórmula molecular C_6H_6 . El benzè i els seus derivats se'ls coneix amb el nom d'**arens** o **hidrocarburs aromàtics**, ja que molts tenen olors fragants.

Estructura del benzè

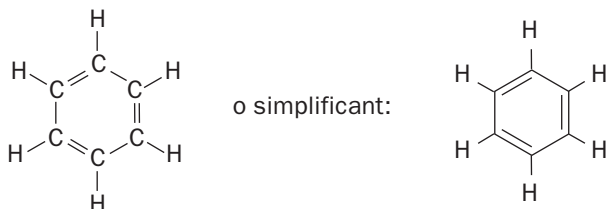
La fórmula estructural del benzè la va establir el químic alemany August Kekulé el 1856. La molècula de benzè és plana: els sis àtoms de carboni



17. Model molecular del benzè.

s'uneixen formant un hexàgon regular i cada àtom de carboni està unit a un d'hidrogen i a dos de carboni (Fig. 17).

Kekulé va representar els àtoms de carboni units per tres enllaços senzills i tres dobles enllaços alternats entre ells:



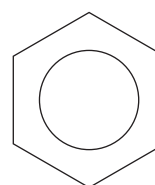
Però experimentalment es comprova que la molècula de benzè no es comporta com un compost insaturat amb tres dobles enllaços. A més, s'ha trobat que les distàncies entre els àtoms de carboni contigus són totes iguals, és a dir, els sis àtoms de carboni de la molècula de benzè són equivalents.

Aquesta estructura fa que la molècula de benzè tingui una gran estabilitat i unes propietats característiques especials i diferents de les dels altres hidrocarburs saturats i insaturats.

La molècula de benzè es representa per la de Kekulé o per un hexàgon regular amb una circumferència en el seu interior, per indicar que els enllaços entre els sis àtoms de carboni són idèntics.



18. El benzè és un líquid incolor, apolar, insoluble en aigua i menys dens que aquesta. Bull a 80 °C i els seus vapors són tòxics i cancerígens. S'obté en la destil·lació fraccionada del petroli i és una matèria primera fonamental en la indústria química orgànica.

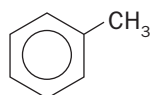


Representació de la molècula de benzè.

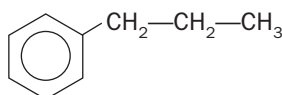
15 | Derivats del benzè. Nomenclatura

Si es considera el benzè com a cadena principal, les cadenes laterals s'anomenen com si fossin radicals.

Els derivats del benzè amb un sol substituent s'anomenen anteposant el nom del radical a la paraula **benzè**:

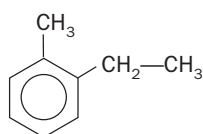


metilbenzè o toluè (Fig. 19)

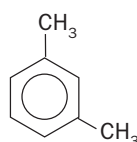


propilbenzè

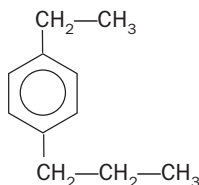
Quan hi ha dos substituents, la posició relativa es pot indicar per 1,2; 1,3- i 1,4- (igual que en els hidrocarburs cíclics). És molt usual utilitzar els prefixos **o-** (orto-), **m-** (meta-), **p-** (para-) en lloc d'indicar les posicions 1,2; 1,3- i 1,4- respectivament:



1-etil-2-metilbenzè
o o-etilmetilbenzè



1,3-dimetilbenzè
o m-dimetilbenzè



1-etil-4-propilbenzè
o p-etilpropilbenzè

Si el nombre de substituents és tres o més, els carbonis de l'anell s'han de numerar procurant que els números que corresponguin als substituents siguin els més petits possibles.

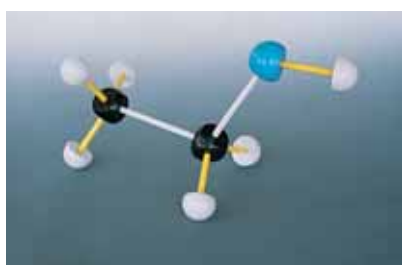


19. Model molecular del toluè. El toluè és un líquid incolor, menys dens que l'aigua. Els seus vapors són tòxics. Es fa servir com a dissolvent.



16 | Grups funcionals

Molts compostos orgànics, tant els naturals com els sintètics, tenen diversos grups funcionals iguals o diferents, cosa que dóna lloc a una gran varietat de substàncies amb propietats diferents les unes de les altres.



20. Tots els alcohols tenen el grup funcional -OH a la seva molècula.

Ja sabem que els hidrocarburs són compostos orgànics formats exclusivament per carboni i per hidrogen. Qualsevol altre compost orgànic podem considerar-lo derivat d'un hidrocarbur en què s'han substituït un o més àtoms d'hidrogen per àtoms d'altres elements o per grups d'àtoms determinats.

Atès que es coneixen moltíssims compostos de carboni, es classifiquen en grups per poder-los estudiar i comprendre millor. Cada un d'aquests grups es caracteritza per la presència a la molècula d'un **grup funcional**.

L'àtom o grup d'àtoms substituents és el que constitueix el grup funcional. La resta de la molècula formada per àtoms de carboni i hidrogen s'anomena **radical**.

Cada grup funcional contribueix a conferir unes propietats característiques als compostos que els contenen.

Els compostos orgànics es classifiquen d'acord amb el grup funcional que contenen i d'aquesta manera el seu estudi se simplifica.

Així, per exemple, hi ha uns compostos anomenats **alcohols**. Tots ells tenen el grup —OH en la molècula. Les reaccions típiques dels alcohols són degudes essencialment a aquest grup funcional (Fig. 20).

Els grups funcionals més importants s'indiquen a la taula.

Grups funcionals més importants

Grup funcional	Nom del grup funcional	Fórmula representativa	Nom genèric dels compostos	Grup funcional	Nom del grup funcional	Fórmula representativa	Nom genèric dels compostos
—X	halogen	R—X	derivat halogenat	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{—N—} \\ \\ \text{H} \end{array}$	amino	R—NH ₂	amina primària
—O—H	hidroxil	R—OH	alcohol	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{—N—} \\ \\ \text{R} \end{array}$	amino	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{—NH} \\ \diagdown \\ \text{R}' \end{array}$	amina secundària
—O—	èter	R—O—R'	èter	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{—N—} \\ \diagdown \end{array}$	amino	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{—N—R''} \\ \diagdown \\ \text{R}' \end{array}$	amina terciària
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C=O} \\ \diagdown \end{array}$	carbonil	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{—CO} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	aldehid	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	amido	R—CONH ₂	amida
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C=O} \\ \diagdown \end{array}$	carbonil	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{—CO} \\ \diagdown \\ \text{R}' \end{array}$	cetona	—C≡N	ciano o nitril	R—CN	cianur o nitril
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—} \\ \\ \text{O—H} \end{array}$	carboxil	R—COOH	àcid carboxílic	—NO ₂	nitro	R—NO ₂	nitroderivat
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—} \\ \\ \text{O—} \end{array}$	èster	R—COOR'	èster	—SO ₃ H	sulfònic o sulfòxid	R—SO ₃ H	àcid sulfònic



En la columna *Grup funcional* figura l'agrupació atòmica específica; el traç o els traços solts representen els enllaços que uneixen el grup funcional amb la resta de la molècula. En la columna «fórmula representativa», R, R' i R'' signifiquen la resta de la molècula, és a dir, el radical o els radicals units al grup funcional; en el cas dels derivats de metà, R és un àtom d'hidrogen.

A la taula, la lletra X representa el fluor, el clor, el brom o el iode, indistintament.

17 | Derivats halogenats dels hidrocarburs

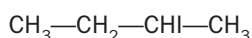
Els derivats halogenats dels hidrocarburs són compostos en els quals s'ha substituït un o més àtoms d'hidrogen de la cadena per un o més àtoms d'halogen (F, Cl, Br o I). Els derivats halogenats contenen, doncs, enllaços carboni-halogen.

Nomenclatura

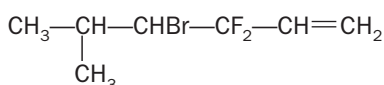
S'anomenen com els hidrocarburs corresponents anteposant el prefix **fluoro-**, **cloro-**, **bromo-** o **iodo-**.

En seleccionar la cadena principal i numerar-la, es considera que els substituents halogenats tenen la mateixa importància que els radicals alquilics: radicals i halògens se citen per ordre alfabètic.

Exemples:



2-iodobutà



4-bromo-3,3-difluoro-5-metil-1-hexè

Alguns hidrocarburs polihalogenats tenen noms vulgars acceptats per la IUPAC:

CHCl_3 , triclorometà o **cloroform**

CHI_3 , triiodometà o **iodoform**.

Els derivats clorats i fluorats del metà i de l'età es coneixen amb el nom comercial de **freons**. Entre els més utilitzats hi ha el CCl_2F_2 , el CCl_3F i el $\text{CClF}_2\text{—CClF}_2$, denominats **clorofluorocarbonis** (CFC).



21. Model molecular de l'1-bromobutà.



22. Model molecular del cloroform.

El cloroform és un líquid incolor, més dens que l'aigua i molt poc soluble en aquesta. No és inflamable. És un important dissolvent de molts compostos polars.



Els clorofluorocarbonis a l'atmosfera

Tres investigadors, Paul Crutzen (Holanda), Sherwood Rowland (EUA) i Mario Molina (EUA) ja van alertar, en els anys setanta, del deteriorament de la capa d'ozó relacionant-lo amb l'acumulació a l'atmosfera dels gasos clorofluorocarbonis més, coneguts com a CFC.

El premi Nobel de Química de l'any 1995 va ser compartit pels tres científics, en paraules del jurat que el va concedir: «per les seves investigacions realitzades entre 1970-1974 i que han contribuït a salvar-nos d'un problema mundial de conseqüències catastròfiques».

Els CFC es van començar a utilitzar al començament dels anys trenta com a gasos propulsors en aerosols i molt especialment en els circuits de refrigeració de les neveres i els sistemes d'aire condicionat. Més tard, es van utilitzar com a esterilitzadors en hospitals i com a fumigants en instal·lacions agrícoles.

En ser químicament molt estables, inodors, no inflamables, no tòxics i no corrosius, es van considerar uns compostos artificials molt avantatjosos.



a) Model molecular del triclorofluorometà.

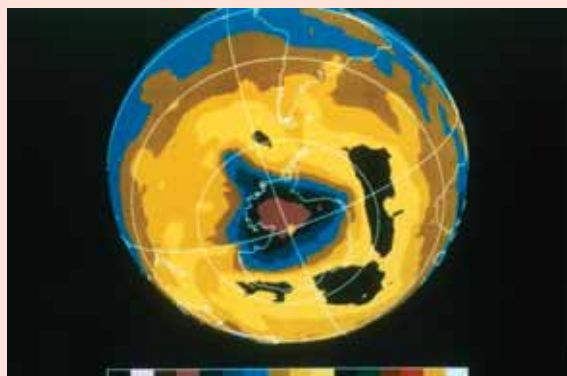


b) Model molecular del diclorodifluorometà. Els derivats clorats i fluorats del metà i l'età reben el nom genèric de clorofluorocarbonis (CFC).

Però, malauradament, els CFC tenen unes característiques –ignorades quan va començar la seva utilització massiva– que fan que siguin molt peril·losos:

- La seva gran estabilitat química fa que puguin romandre a l'atmosfera baixa sense descompondre's; per això, la concentració d'aquests gasos va augmentant.
- Els CFC tenen la propietat d'absorbir les radiacions infraroges, IR, d'ona llarga. Amb això ajuden a augmentar l'efecte hivernacle causat principalment per la concentració, cada vegada més elevada, de diòxid de carboni a l'atmosfera.
- En difondre's i arribar a l'estratosfera, rica en ozó, es descomponen per acció de les radiacions ultraviolades, UV, procedents del sol. Cada àtom de clor alliberat pot destruir mol·tíssimes molècules d'ozó, O_3 . Aquest ozó actua com a filtre per a les mateixes radiacions UV, per la qual cosa impedeix, en part, el seu pas cap a la superfície terrestre. La capa d'ozó ens protegeix dels efectes nocius de les radiacions UV.

Al principi de 1990, la concentració a l'atmosfera dels CFC era unes 500 vegades més elevada que l'existent l'any 1971.



Mesura de la disminució de la capa d'ozó al pol sud l'any 1992.

Els científics creuen que, encara que s'aturi totalment la utilització d'aquests gasos, els efectes que produiran els ja existents es prolongaran durant molt de temps.

La reacció dels governs de molts països no s'ha fet esperar. Els països de la Unió Europea s'han posat d'acord per establir una reglamentació molt severa per reduir dràsticament la producció de CFC.

Els compostos orgànics oxigenats, amb un o més àtoms d'oxigen en el grup funcional de les seves molècules, constitueixen un grup molt ampli de compostos. Els més representatius són els **alcohols**, els **fenols**, els **èters**, els **aldehids**, les **cetones**, els **àcids** i els **èsters**.

19 | Alcohols i fenols

El grup funcional característic dels alcohols és el grup **—OH**, unit a un àtom de carboni saturat.

En els fenols, el grup funcional —OH està unit directament a un àtom de carboni benzènic o aromàtic.

D'un alcool: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$.

D'un fenol: 

Nomenclatura dels alcohols

El nom d'alcohol deriva de l'hidrocarbur corresponent afegint la lletra **n i** el sufix **-ol**.

La posició on es troba el grup —OH, sempre que no sigui òbvia, s'ha d'indicar mitjançant el nombre corresponent que ha de ser tan baix com sigui possible i s'ha d'escriure davant del nom.

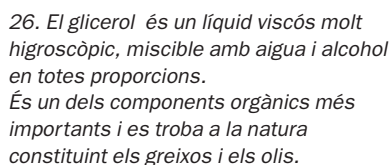
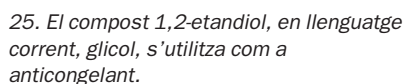
Examples:

- a) etanol: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$ (Fig. 23)
- b) 1-propanol: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ (Fig. 24a)
- c) 2-propanol: $\text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_3$ (Fig. 24b)
- d) 3-metil-2-pentanol: $\text{CH}_3\text{—CHOH—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
- e) 2-metil-1-pentanol: $\text{CH}_2\text{OH—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

Observa que b) i c) són isòmers de posició de la funció alcohol, i d) i e) presenten simultàniament isomeria de cadena i de posició de la funció.



23. Model molecular de l'etanol, alcohol etílic o, en llenguatge corrent, alcohol. L'etanol és el més important dels alcohols. És un líquid incolor, menys dens que l'aigua.



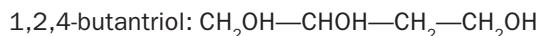
La majoria dels noms tradicionals dels compostos aromàtics no s'adapten a la nomenclatura sistemàtica de la IUPAC. Així, per exemple, el benzè és el C_6H_6 però el radical, $-C_6H_5$ s'anomena fenil i el C_6H_5OH és el fenol.



24. a) Model molecular de l'1-propanol. b) Model molecular del 2-propanol.

Quan hi ha més d'una funció alcohol, es concreta el nombre de funcions amb els sufixos **-diol**, **-triol**, etc. i la seva posició si cal:

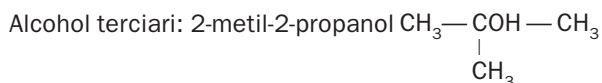
1,2,3-propantriol (en llenguatge corrent, glicerol o glicerina):



Un altre sistema de nomenclatura de la mateixa validesa que l'anterior però només aplicable als alcohols senzills, consisteix a esmentar primer la funció (alcohol) i després el radical com a adjectiu.

Així, si —CH_3 és el radical metil i el $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}$ el radical etil, el compost CH_3OH s'anomena alcohol metílic i el $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$ s'anomena alcohol etílic.

Els alcohols poden ser primaris, secundaris o terciaris, segons que el grup —OH estigui unit a un carboni primari, secundari o terciari. Un carboni és primari, secundari o terciari segons es trobi unit, respectivament a un, dos o tres àtoms de carboni diferents:



Alcohols que contenen una altra funció

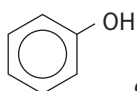
Quan un grup —OH es troba en una molècula que conté un altre grup funcional que té preferència (són prioritaris respecte del grup alcohol, les cetonas, els aldehids, els èsters i els àcids), se'l considera un substituent qualsevol i se l'anomena mitjançant el prefix **hidroxi-**, com veurem més endavant en estudiar les altres funcions.

En canvi, el grup alcohol és prioritari respecte dels fenols, els èters, els dobles i triples enllaços, els radicals hidrocarbonats i els halògens.

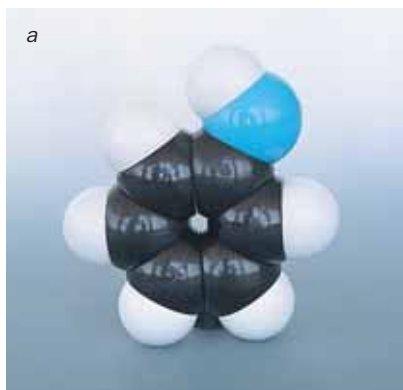
[illegible]

Nomenclatura dels fenols

Malgrat tot, es mantenen molts noms **no sistemàtics**. Així, el fenol més senzill:



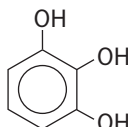
o $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, sempre s'ha anomenat **fenol** (Fig. 27).



27. a) Model molecular del fenol, C_6H_5OH .
b) El fenol és un sòlid incolor que fon a $41\text{ }^{\circ}\text{C}$. Té una olor característica i és molt metzinós. S'utilitza com a antisèptic, desinfectant i germicida.

Oc1ccccc1O

1,2-benzendiol o pirocatequina



1,2,3-benzentriol

Quan en l'anell aromàtic hi ha un grup funcional que té preferència sobre el -OH, aquest se'l considera un substituent i s'anomena amb el prefix **hidroxi-**.

Propietats dels alcohols

La molècula dels alcohols, com ja s'ha indicat, és polar, però la polaritat decreix en els alcohols superiors perquè encara que tenen el grup —OH que és polar, la resta de la molècula no ho és i per això els alcohols amb pocs àtoms de carboni són solubles en aigua, mentre que els de massa molecular elevada no ho són.

L'etanol es destina a la fabricació de begudes; s'utilitza, també, com a dissolvent, en perfumeria (extractes, locions, perfums), com a combustible i com a producte de partida per a l'obtenció de moltes altres substàncies orgàniques.

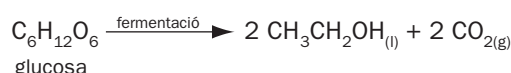


28. Metanol, anomenat també alcohol metílic. És inflamable i tòxic, tant per inhalació com per contacte cutani. S'utilitza com a dissolvent i per a la fabricació d'anticongelants pels automòbils.

Els alcohols tenen uns punts d'ebullició més elevats que els hidrocarburs corresponents a causa dels enllaços d'hidrogen que s'estableixen entre les seves molècules.

Entre tots els alcohols, el més important és l'**etanol** o **alcohol etílic**. Es troba en el vi i en les begudes alcohòliques en general. S'obté per reacció de l'etilè amb l'aigua en presència de catalitzadors i per fermentació del midó o de la glucosa.

La fermentació alcohòlica de la glucosa és produïda per un ferment o enzim, anomenat zimasa (que el produeixen certs microorganismes), que accelera la descomposició espontània de la glucosa. La reacció és exotèrmica:



20 | Èters

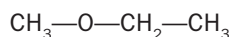
Són compostos de fórmula general $\text{R}_1\text{—O—R}_2$. Exemple: $\text{CH}_3\text{—O—CH}_2\text{—CH}_3$

Nomenclatura dels èters

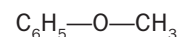
Es poden considerar derivats dels alcohols per substitució de l'àtom d'hidrogen del grup hidroxil per un radical alquil.

Els èters se solen anomenar mitjançant la nomenclatura anomenada funció-radical.

Donada la fórmula general $\text{R}_1\text{—O—R}_2$, s'anomena primer el radical R_1 , després el radical R_2 i s'acaba amb la paraula èter. Els radicals s'esmenten per ordre alfabètic. Exemples:



etil metil èter



fenil metil èter

Observa que el radical $\text{—C}_6\text{H}_5$, derivat del benzè, s'anomena fenil.

Un altre sistema de nomenclatura també utilitzat consisteix a seleccionar primer la cadena principal (la més llarga). Si aquesta és R_1 , llavors el grup —OR_2 restant es considera substituent.

L'èter s'anomena amb el nom de l'hidrocarbur principal precedit per l'arrel del nom de l'altre hidrocarbur acabat en **-oxi**.

Vegem com s'anomena el compost $\text{CH}_3\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$.

Si prenem com a cadena principal el propà, el grup —OCH_3 es considera substituent en posició 1. El nom és: 1-metoxipropà.

El compost $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ és l'1-etoxibutà.

Propietats

Els èters són bons dissolvents i químicament molt estables. Són volàtils i tenen punts d'ebullició més baixos que els alcohols corresponents, ja que no formen enllaços d'hidrogen. L'èter més important és el dietil èter anomenat per tothom "èter" (Fig. 29).



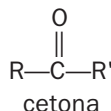
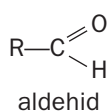
29. El dietil èter és un líquid incolor i molt volàtil. És inflamable. Els seus vapors mesclats amb l'aire cremen amb explosió. És anestèsic.



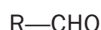
21 | Aldehids i cetones

La característica comuna dels aldehids i les cetones és l'enllaç doble carboni-oxigen, $>C=O$. Aquesta agrupació s'anomena grup **carbonil**.

En els **aldehids**, el grup carbonil està a l'extrem de la cadena mentre que en les **cetones** el carboni d'aquest grup està unit a dos àtoms de carboni. Les seves fórmules generals són:

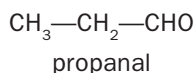
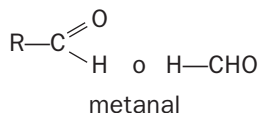


o abreujadament:

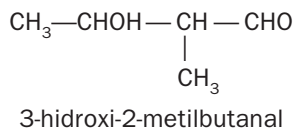
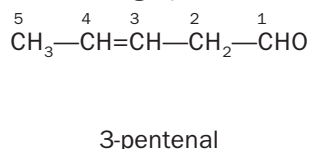


Nomenclatura dels aldehids

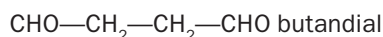
Per indicar la presència del grup carbonil en els aldehids s'utilitza el sufix **-al**. Exemples:



Quan en una cadena hi ha més d'una funció o hi ha radicals alquílics, les cadenes es comencen a numerar per l'extrem on hi ha el grup carbonil. El **carbonil té preferència** sobre els dobles i triples enllaços, sobre els radicals, sobre els grups OH i sobre les cetones. Exemples:



En el cas que una mateixa cadena tingui dos grups aldehids, s'intercala la partícula **di** davant de la terminació **-al**:

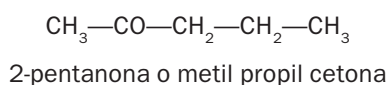
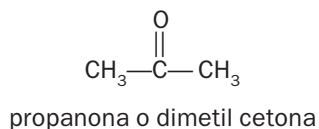


Quan el grup $-\text{CHO}$ es troba en una molècula que conté un altre grup funcional que té preferència, es considera un substituent i se l'anomena mitjançant el prefix **formil-**.

Nomenclatura de les cetones

Per anomenar les cetones s'utilitza el sufix **-ona** afegit al nom de l'hidrocarburi acabat en **n**.

Es pot utilitzar també la nomenclatura funció-radical. Si s'utilitza aquesta última, donada la fórmula general $\text{R}_1-\text{CO}-\text{R}_2$, s'anomena primer el radical R_1 i després el R_2 i s'acaba amb la paraula **cetona**. Els radicals se citen per ordre alfabètic. Exemples:



30. Model molecular de l'etanal.



31. Model molecular de la 2-butanona o etil metil cetona.

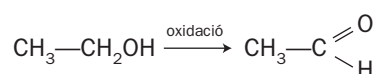
Com pots veure en el segon exemple, en la nomenclatura substitutiva s'ha de numerar la cadena principal, procurant, com sempre, que al grup —CO— li correspongui el número més baix possible.

Si en la molècula hi ha grups funcionals que tenen preferència sobre la cetona, el grup —CO— passa a ser un substituent més, i s'anomena amb el prefix **oxo-**.

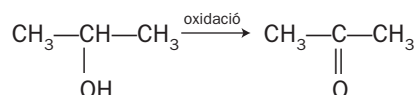
Així, per exemple, un compost de fórmula: $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{—CHO}$ s'anomena 3-oxobutanal, ja que la funció al·lehid és prioritària respecte de la funció cetona.

Obtenció d'al·lehids i cetones

Si s'oxida suaument un al·cohol primari s'obté un al·lehid:



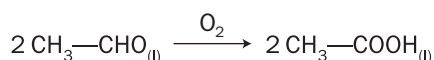
Si s'oxida suaument un al·cohol secundari, s'obté una cetona:



Els al·cohols terciaris, en no tenir cap hidrogen en el carboni que s'uneix al —OH , no es poden oxidar sense trencar els seus enllaços C—C : l'oxidació ha de ser molt enèrgica i llavors la molècula es trenca.

Propietats d'al·lehids i cetones

Els al·lehids, en tenir un enllaç C—H en el mateix carboni que conté l'àtom d'oxigen, presenten una reactivitat més gran i són menys estables que les seves cetones isòmeres. Els al·lehids s'oxiden fàcilment a àcids.



Les cetones són molt estables i només s'oxiden utilitzant oxidants enèrgics i llavors la cadena carbonada es trenca.

El metanal és un gas i els al·lehids i les cetones fins a deu àtoms de carboni són líquids. Els primers termes són solubles en aigua.

22 | Àcids carboxílics

Definició i nomenclatura

La fórmula general dels àcids carboxílics és: $\text{R—C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \text{OH} \end{array}$

o abreujadament: R—COOH .

El grup funcional $\text{—C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \text{OH} \end{array}$ s'anomena **grup carboxil**.

El nom dels àcids deriva de l'hidrocarbur del qual procedeixen, afegint la terminació **-oic**.



32. L'al·lehid més important és el metanal, i la seva solució en aigua es coneix com a formol, que es fa servir per desinfectar, fumigar i embalsamar.



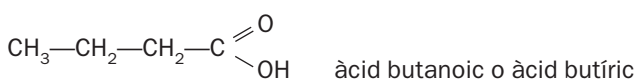
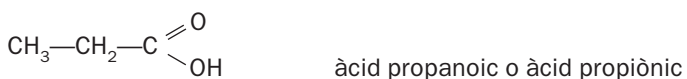
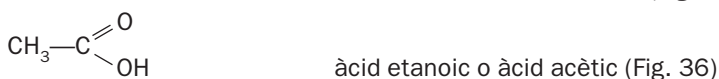
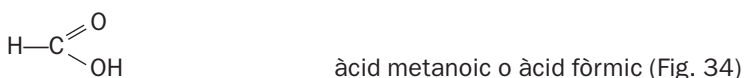
33. La cetona més important és la propanona coneguda com acetona. Es fa servir molt com a dissolvent de laques i vernissos.



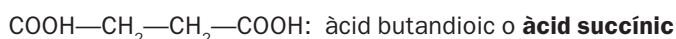
34. Model molecular de l'àcid metanoic o àcid fòrmic.



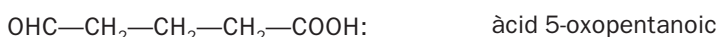
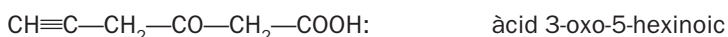
La majoria dels àcids orgànics tenen també noms vulgars (no sistemàtics) acceptats per la IUPAC. Moltes vegades, en el llenguatge químic habitual, el nom vulgar es fa servir més que el sistemàtic. Exemples:



Els àcids dicarboxílics són els que posseeixen dos grups carboxils en la seva molècula. Exemples:

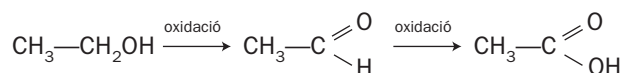


Els àcids que tenen en la seva molècula un altre grup funcional s'anomenen numerant la cadena més llarga d'àtoms de carboni, donant el número 1 al **grup carboxílic**, ja que entre tots els grups funcionals és el que té **preferència**. Exemples:



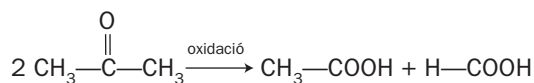
Obtenció

Els àcids s'obtenen a partir de l'oxidació dels aldehyds o directament dels alcohols, amb oxidants enèrgics:



L'oxidació de l'alcohol, $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$, del vi a àcid acètic, CH_3-COOH , és la causa que el vi es transformi en vinagre.

En el cas d'oxidar una cetona s'obtenen dos àcids de cadena més curta, ja que la molècula de cetona es trenca en oxidar-se:



Els primers termes són líquids solubles en aigua. El punt d'ebullició augmenta amb la massa molecular.



35. El mal de la picada de les abelles és degut a l'àcid fòrmic que segreguen. L'àcid fòrmic es troba també en les formigues i les ortigues.



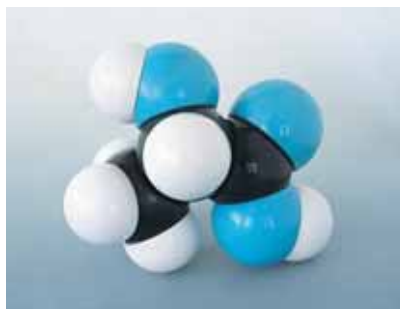
36. Model molecular de l'àcid etanoic o àcid acètic.



37. L'àcid etanoic o àcid acètic és el més important de tots els àcids orgànics. L'acidesa del vinagre és deguda a l'àcid acètic que conté.



38. Model molecular de l'àcid 3-oxobutanoic, $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{—COOH}$.



39. Model molecular de l'àcid 2-hidroxipropanoic o àcid làctic, $\text{CH}_3\text{—CHOH—COOH}$.



40. L'àcid làctic es troba a la llet agra.

Propietats químiques

Són **àcids febles** i la seva força d'acidesa disminueix en augmentar la longitud de la cadena carbonada.

Altres àcids importants

Altres àcids importants són l'**àcid ascòrbic** (vitamina C) i l'**àcid cítric** (Fig. 41).

El principi actiu de l'aspirina és l'**àcid acetilsalicílic**.

L'àcid 2,3-dihidroxibutandioic es coneix amb el nom d'**àcid tartàric**.



41. L'àcid cítric, present a les llimones, les aranges, les taronges i les mandarines (fruits cítrics), és el: àcid 3-carboxi-3-hidroxipentandioic.

23 | Estereoisomeria òptica

Hi ha un tipus d'isomeria particularment subtil, però de gran importància en la química dels éssers vius: l'**estereoisomeria òptica**.

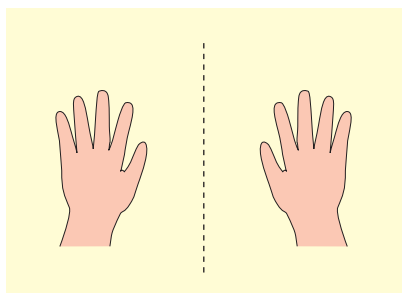
Recordeu que la llum és una radiació electromagnètica que consisteix en la propagació de vibracions en forma de moviment ondulatori; una secció transversal d'un raig de llum evidenciaria que aquestes ones vibren en tots els plans. Però si fem passar la llum a través de certes substàncies, com ara l'espai d'Islàndia, emergeix **polaritzada**, és a dir, totes les vibracions es troben contingudes en un únic pla.

Hi ha unes certes substàncies capaces de desviar o de girar el pla de la llum polaritzada; es diu que són **òpticament actives**. Són **dextrogires** o (+) si la desvien cap a la dreta, i **levogires** o (–) si la desvien cap a l'esquerra.

Perquè una substància tingui activitat òptica ha de ser **quiral**. El terme quiral deriva del grec *mà*. Dues molècules són quirals quan tenen la característica típica de les mans, és a dir, una és la imatge especular de l'altra (Fig. 42). Les dues mans no són idèntiques, perquè no es poden superposar, són quirals.

En els compostos de carboni, la majoria de les vegades les molècules són quirals, si contenen un o més àtoms de carboni quirals.

Un àtom de carboni és quiral (o asimètric) quan està unit a quatre àtoms o grups d'àtoms diferents.



42. Una mà és la imatge especular de l'altra; no són iguals, són quirals.

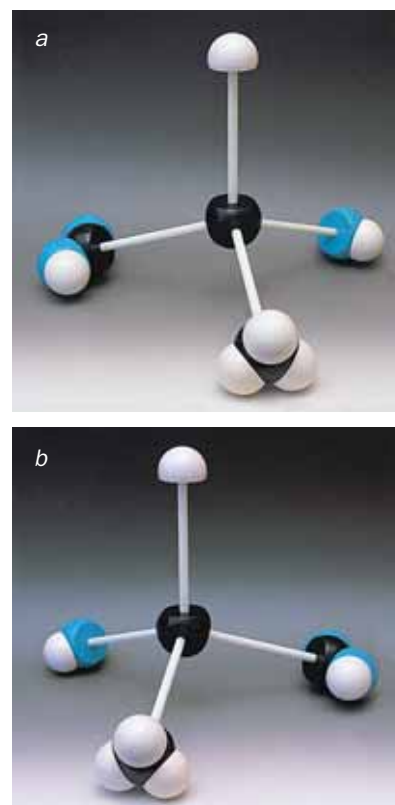


En el model tetraèdric de l'àtom de carboni, en el centre hi ha l'àtom de carboni asimètric i, en cada vèrtex, un substituent diferent.

L'estereoisomeria òptica és característica de les substàncies òpticament actives formades per molècules que tenen la mateixa constitució, però diferent configuració. Així, per exemple, el compost 2-hidroxipropanoic, conegut com àcid làctic (Fig. 43), $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$, conté un àtom de carboni asimètric, el del centre, atès que està unit a quatre substituents diferents. La molècula de la figura 43b té diferent configuració que la 43a, l'una és la imatge especular de l'altra, no es poden superposar: són quirals.

Hi ha un àcid làctic dextrogir, l'àcid (+)-làctic, i un altre àcid levogir, l'àcid (-)-làctic. Els parells de molècules de configuració oposada, com les de les figures 43a i 43b s'anomenen **enantiòmers** o, també, **antípodes òptics**. Les dues molècules tenen les mateixes propietats físiques i químiques, només es diferencien en el seu poder rotatori.

Hi ha un altre àcid làctic sense activitat òptica, obtingut després de mesclar masses iguals del (+) i del (-)-làctic. S'anomena **racèmic**, i és **òpticament inactiu** perquè el nombre de les seves molècules levogires és igual al de dextrogires, i es compensen les rotacions òptiques. El racèmic es pot desdoblar en els seus enantiòmers.

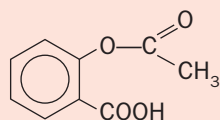


43. L'àcid 2-hidroxipropanoic o àcid làctic conté un àtom de carboni asimètric.

DOCUMENT

L'aspirina té més de cent anys

L'era de l'aspirina va començar el 1897, any que Fèlix Hoffmann, un químic dels laboratoris Bayer, a Alemanya, va preparar en condicions de gran pureza i estabilitat l'àcid acetilsalicílic, que es va comercialitzar amb el nom d'**aspirina**.



Molècula de l'àcid acetilsalicílic (aspirina)

Un any després de la seva introducció en el mercat, l'empresa Bayer va decidir que l'àcid acetilsalicílic pur, que es presentava en forma de pols, podia ser premsat en midó per donar-li forma de comprimits.

L'aspirina va ser el primer fàrmac de rellevància que va aparèixer al mercat amb aquesta forma.

El 1997 l'aspirina va fer cent anys i és un dels fàrmacs més antics que es coneixen i, actualment, el més venut.

L'aspirina va ser concebuda originàriament com una medecina contra el dolor –migranyes i cefalees– i el reumatisme, però amb els anys se n'han comprovat les propietats beneficioses en els tractaments i les prevencions de grip, infarts de miocardi i cerebrals. S'utilitza també com a antipirètic. Prevé contra el càncer de còlon i de recte.

L'aspirina es va fer habitual i imprescindible en la vida del segle xx i es preveu que passi el mateix en el segle xxi.

La farmaciola que va viatjar a la Lluna dins l'*Apol·lo XI* contenia aquest medicament.

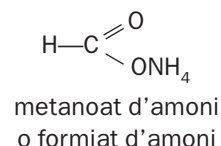
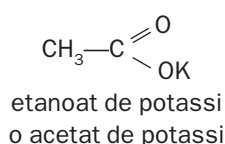
Cada any es fan moltíssims assaigs clínics per investigar aplicacions noves d'aquest fàrmac i confirmar les ja conegudes.



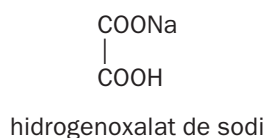
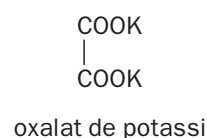
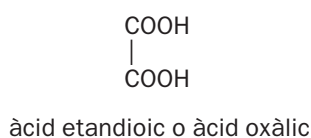
24 | Sals dels àcids orgànics

Els àcids orgànics, de la mateixa manera que els àcids inorgànics, formen sals per substitució de l'hidrogen protonitzable, per un catió metàl·lic o per l'ió amoni.

S'anomenen canviant la terminació **-ic** de l'àcid per **-at** de manera similar a com s'anomenen les sals dels àcids inorgànics, que acaben en **-ic**.



En el cas d'un àcid que contingui dos grups carboxílics, com ara l'oxàlic, poden existir **sals àcides**:



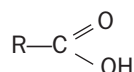
*Els èsters s'obtenen fent reaccionar un alcohol amb un àcid. El procés s'anomena **esterificació**.*

Els èsters de massa molecular baixa són líquids d'olor agradable i insolubles en aigua. L'olor de les flors i l'aroma dels fruits prové en part dels èsters volàtils que contenen.

25 | Èsters

Són compostos de fórmula general: $\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OR}' \end{array}$

Observa que els èsters es poden considerar derivats dels àcids carboxílics:



en els quals l'hidrogen protonitzable ha estat substituït per un radical alquílic R'. Hi ha també èsters d'àcids inorgànics.

| Nomenclatura

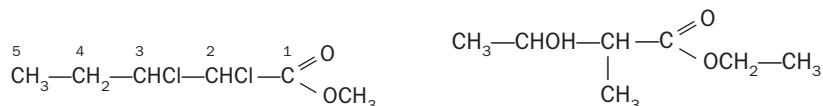
Els èsters s'anomenen canviant la terminació **-ic** dels àcids per **-at** (de manera semblant a com s'anomenen les sals dels àcids orgànics), seguida per la preposició **de** i, a continuació, el **nom del radical**. Exemples:



És un èster de l'àcid etano**ic** o àcid acètic. El seu nom és etano**at** de metil o acetat de metil.



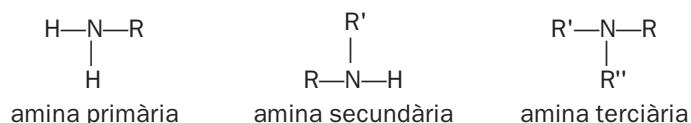
La funció èster és preferent respecte de les funcions o grups que has estudiat fins ara, excepte la **funció àcida**. Així, l'èster:



26 | Compostos orgànics nitrogenats

27 | Amines

Les amines són primàries, secundàries o terciàries, segons que s'hagin substituït un, dos o tres àtoms d'hidrogen de l'amoníac.



Nomenclatura

$\text{CH}_3\text{—NH}_2$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2 \\ \text{CH}_3\text{—CH}_2 \end{array} \text{ > NH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—N—CH}_2\text{—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 \end{array}$
metilamina	dietilamina	fenilamina o anilina	etilmetilpropilamina

Quan el grup amina no és funció preferent s'utilitza el prefix **amino-**.

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

àcid 3-aminobutanoïc



259

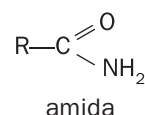
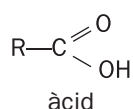


Propietats

La propietat característica de les amines és la seva **basicitat**. Són bases més fortes que l'amoniac. Algunes amines serveixen per obtenir productes farmacèutics.

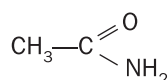
28 | Amides

Les amides es poden considerar derivades dels àcids per substitució del grup —OH pel grup —NH_2 :

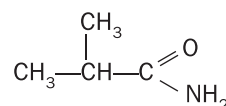


Nomenclatura

La nomenclatura de les amides va lligada a la de l'àcid de què provenen. Exemples:



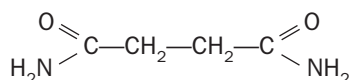
etan**amida**, acet**amida**
o amida de l'àcid etanoic



2-metilpropan**amida**
o amida de l'àcid 2-metilpropanoic

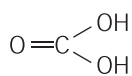
Observa que la terminació **-oic** (o **-ic**) de l'àcid es canvia per la terminació **-amida**.

Amb àcids dicarboxílics poden formar-se diamides.

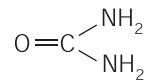


butandiamida

Una diamida molt important és la diamida de l'àcid carbònic:



àcid carbònic

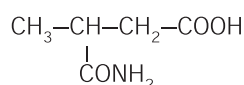


urea

El seu nom comú, acceptat per la IUPAC, és el d'**urea**. La urea es troba a l'orina dels mamífers.

Quan el grup —CONH_2 no és la funció principal s'anomena amb el prefix **carbamoil-**.

Així, el compost:



s'anomena àcid 3-carbamoilbutanoic.



47. Model molecular de la urea. La urea es presenta en forma de cristalls blancs, gairebé inodors i de gust salí, molt solubles en aigua.



48. La urea té aplicació en síntesi orgànica, com a fertilitzant, aliment per al bestiar i en preparació de plàstics.

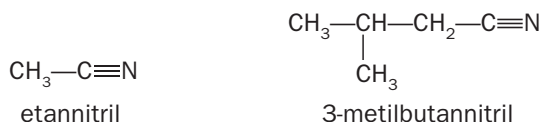


29 | Nitrils

Són compostos nitrogenats que tenen el grup funcional $\text{—C}\equiv\text{N}$. La seva fórmula general és $\text{R—C}\equiv\text{N}$.

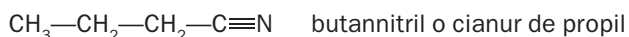
Nomenclatura

El nom d'un nitril es forma amb el de l'hidrocarbur corresponent al nombre d'àtoms de carboni que té la molècula, al qual s'afegeix el sufix **-nitril**. Exemples:



Observa que el carboni unit amb l'enllaç triple al nitrogen es considera part de la cadena.

Els nitrils són derivats del cianur d'hidrogen: $\text{H—C}\equiv\text{N}$ en què l'hidrogen és substituït per un radical. Per aquest motiu els nitrils s'anomenen també **cianurs**. Exemple:



Quan en la cadena carbonada hi ha altres funcions amb prioritat sobre el grup $\text{—C}\equiv\text{N}$, aquest s'esmenta amb el prefix **ciano-**.

30 | Ordre de preferència dels grups funcionals

En aquesta unitat s'han estudiat els grups funcionals més comuns: alcohols, fenols, èters, aldehids, cetones, àcids carboxílics, èsters, amines, amides i nitrils.

De manera resumida, expliquem breument els criteris generals a seguir per a la nomenclatura d'aquests compostos:

- La cadena principal dels compostos que tenen **un sol grup funcional** ha de tenir aquesta funció. La cadena principal s'ha de numerar de manera que el número donat a la funció sigui tan baix com sigui possible.
- Quan un compost tingui **més d'un grup funcional** s'ha de saber quina funció té preferència. L'ordre de preferència de més a menys importància, segons la IUPAC, és el següent:

1. Àcids carboxílics	6. Cetones
2. Èsters	7. Alcohols
3. Amides	8. Fenols
4. Nitrils	9. Amines
5. Aldehids	10. Èters

Els segueixen els dobles i triples enllaços, els radicals alquílics i els halògens.

- La **cadena principal** ha de tenir la **funció preferent**. Les altres funcions es consideren i s'anomenen com a **substituents** i se citen per **ordre alfabètic**, de la mateixa manera que s'ha fet amb els substituents alquílics i els halògens.

Els nitrils i els seus derivats són compostos molt utilitzats en síntesi orgànica.

*El $\text{H—C}\equiv\text{N}$, cianur d'hidrogen, dissolt en aigua es comporta com un àcid molt dèbil: és l'**àcid cianhídric**.*

El cianur d'hidrogen és un líquid molt volàtil que bull a 25,7 °C. És molt metzinós, ja que la dosi mortal per a l'ésser humà és de només 0,05 g.

Les sals de l'àcid cianhídric, els cianurs, són també molt metzinoses.

Ciència, tècnica i societat

El petroli

Els petroli es van originar del plàncton i de les restes vegetals i animals acumulades al fons d'alguns mars mesclats amb sediments.

Més tard se'n va iniciar la descomposició per microorganismes, fins a obtenir diferents compostos orgànics, que van ser recoberts per al·luvions i sotmesos a grans pressions i temperatures elevades. En aquestes condicions de manca d'aire (condicions anaeròbiques) els compostos orgànics es van anar transformant.

Les molècules orgàniques van conservar l'hidrogen i van donar lloc a una mescla **d'hidrocarburs**.

Els petroli contenen fonamentalment:

a) Hidrocarburs saturats amb cadenes que van des d'1

fins a 40 àtoms de carboni. Exemples: el pentà, C_5H_{12} , l'hexà, C_6H_{14} , l'octà, C_8H_{18} .

b) Hidrocarburs cíclics, com el ciclopentà, C_5H_{10} .

c) Hidrocarburs aromàtics, com per exemple el benzè, C_6H_6 .

La proporció de cada tipus d'hidrocarburs és variable i depèn de la procedència del petroli, però els hidrocarburs saturats solen estar sempre en majoria.

Els petroli, estan impurificats per compostos de sofre (sobretot en forma de sulfur d'hidrogen, H_2S) i nitrogen en proporció variable que depèn també de la procedència del petroli.

Els petroli no contenen hidrocarburs insaturats.

Destil·lació del petroli

El petroli brut, que és el que s'extreu dels jaciments, és un líquid d'aspecte oliós, lleugerament menys dens que l'aigua, i d'olor desagradable. No té aplicació directa, i per poder fer-lo servir se n'ha de fer una destil·lació fraccionada, operació que té lloc a les refineries de petroli.

Mitjançant la **destil·lació** se separen grups de components o «fraccions». Cada fracció obtinguda està formada per una mescla d'hidrocarburs que bullen en un mateix interval de temperatures.

Com a resultat de la destil·lació fraccionada a pressió atmosfèrica del petroli, s'obtenen les fraccions següents:

Gasos: fracció formada per hidrocarburs que bullen a una temperatura inferior a $40^\circ C$. Conté metà, età, propà i butà que s'utilitzen com a combustibles per a calefacció industrial i domèstica.

Naftes: fracció formada per substàncies que bullen entre $30^\circ C$ i $175^\circ C$. Conté hidrocarburs de 5 a 12 àtoms de carboni que s'utilit-

zen principalment com a carburants en els motors dels automòbils i també com a dissolvents en pintures.

Querosè: fracció que se separa entre $175^\circ C$ i $230^\circ C$. Conté hidrocarburs de 12 a 16 àtoms de carboni. S'utilitza com a combustible per a la calefacció.

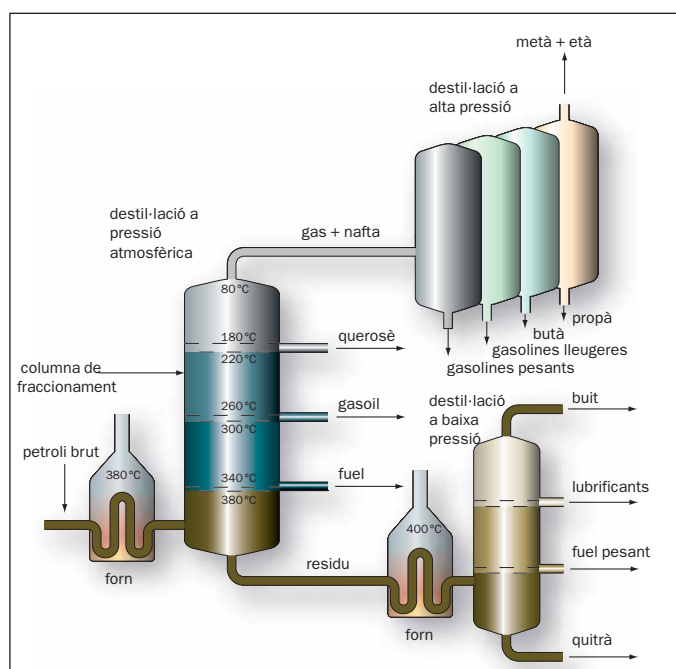
Gasoli: fracció formada per cadenes de més de 15 àtoms de carboni i que se separa entre $260^\circ C$ i $300^\circ C$. S'utilitza com a combustible i per a l'alimentació dels motors Diesel.

Fueloil: fracció separada entre $300^\circ C$ i $340^\circ C$, destinada principalment a la calefacció de locals i naus industrials.

Residus: són els productes més pesants, dels quals, sotmesos a un fraccionament a baixa pressió, se n'extreuen olis lubricants, fueloil pesant, ceres de parafina i asfalt.

La unitat més utilitzada per mesurar la producció del petroli és el barril.

Encara que no hi ha una equivalència



Ciència, tècnica i societat

exacta entre el volum del barril i el seu pes, ja que la densitat varia segons la procedència del petroli, es considera que 1 000 kg són entre set i vuit barrils.

Craqueig

La fracció del petroli que bull entre 30 °C i 175 °C és actualment la fracció més valuosa pel gran consum com a gasolines d'automòbil i resulta clarament insuficient per cobrir les necessitats del mercat automobilístic.

Per pal·liar aquesta insuficiència, es procedeix a augmentar-ne la producció mitjançant una reacció química de craqueig o *cracking* (de l'anglès «trencament»). El craqueig consisteix a «trençar», mitjançant la calor i amb tècniques adequades, molècules d'hidrocarburs de cadenes llargues, presents en altres fraccions del petroli menys valuoses que les gasolines, per transformar-les en molècules més curtes, de cinc a dotze àtoms de carboni, que són les que constitueixen les gasolines. La majoria de les gasolines utilitzades en automoció procedeixen del craqueig del petroli.

Igualment, en una refineria es mesura la capacitat de tractament del petroli brut, en barrils per dia.



Índex d'octà

L'energia subministrada pel motor d'un automòbil procedeix de cremar una mescla de gasolina i aire fortament comprimida dins d'un cilindre que s'inflama per una guspira elèctrica subministrada per la bugia. El rendiment d'un motor creix com més es pot comprimir la mescla de gasolina i aire. Tanmateix, aquesta compressió ve limitada pel fenomen de l'autoinflamació, que és la **inflamació espontània** de la mescla de gasolina i aire abans que s'encengui la bugia.

L'autoinflamació produeix explosions anomenades **detonacions**, que originen una pèrdua important del rendiment del motor.

L'**índex d'octà** d'una gasolina en caracteritza la resistència a l'autoinflamació. S'ha escollit una escala de referència que va del 0 al 100. En aquesta escala, a l'isooctà (un isòmer de l'octà) se li assigna el valor 100, perquè una gasolina constituïda per aquest hidrocarbur pràcticament no detona, mentre que l'heptà, molt propens a detonar, se li assigna el valor 0. Així, una gasolina de 96 octans detona menys que una gasolina de 90 octans i és de més qualitat.

Reformació

És un altre procediment utilitzat a les refineries que permet obtenir gasolines d'elevat poder antidetonant (elevat índex d'octà) a partir de les naftes, sotmetent-les a l'acció simultània de pressions i temperatures elevades i, eventualment, en presència de catalitzadors. Durant el procés es modifica la composició de les naftes

per la ruptura de les molècules i la formació de radicals que, en unir-se de nou, donen lloc a alguns i altres hidrocarburs d'elevat índex d'octà.

Les reaccions de reformació són les reaccions en què les molècules d'alcanes són transformades en unes altres del mateix nombre d'àtoms de carboni.

Ciència, tècnica i societat

Petroquímica

A partir dels hidrocarburs obtinguts directament en la destil·lació fraccionada del petroli i dels obtinguts en el craqueig i en la reformació i mitjançant reaccions químiques com la hidrogenació, la cloració, la sulfuració (reacció amb l'àcid sulfúric), la polimerització (unió de molècules senzilles per obtenir macromolècules) i altres processos, es fabriquen grans quantitats de substàncies com el cautxú sintètic, els plàstics, les fibres artificials, medicaments, detergents, explosius, insecticides, perfums i un llarg etcètera

La indústria química derivada del petroli, la **petroquímica**, és la més important del món. Però el 90-95 % dels

hidrocarburs obtinguts del petroli es destinen actualment al consum energètic.

Els principals països productors són l'Àrab Saudita, Rússia, els Estats Units, la Xina, Mèxic, Veneçuela, Noruega, els Emirats Àrabs i Nigèria.

Al ritme del consum actual, i en previsió d'un desenvolupament tecnològic com l'actual o encara més important, l'explotació dels jaciments en funcionament no es preveu que vagi més enllà de 45 anys. Optimitzant tots els recursos actuals i comptant amb el descobriment de possibles jaciments en el futur, les previsions arriben només fins als pròxims 90 anys, un horitzó massa immediat en la història de la humanitat.

Combustió dels hidrocarburs i efecte hivernacle

En la combustió completa d'un hidrocarbur s'obté diòxid de carboni i vapor d'aigua i molta energia, principalment en forma de calor.

S'obtenen, a més, partícules sòlides i fum negre, sobretot en les centrals tèrmiques i en els motors d'explosió que utilitzen el gasoil com a combustible. Si la combustió és incompleta per manca d'oxigen, s'obté, a més, monòxid de carboni, gas extremadament tòxic.

En la combustió de les diferents fraccions del petroli, els compostos sulfurats que les impurifiquen reaccionen amb l'oxigen i s'obté diòxid de sofre, SO_2 , gas sufocant que produeix tos i coïssor a la gola.

Els compostos nitrogenats també reaccionen amb l'oxigen i s'obté una mescla d'òxids de nitrogen, com el monòxid de nitrogen, NO , el diòxid de nitrogen, NO_2 i el triòxid de dinitrogen, N_2O_3 , tots gasosos.

El diòxid de sofre i els òxids de nitrogen són els causants de la **pluja àcida**.

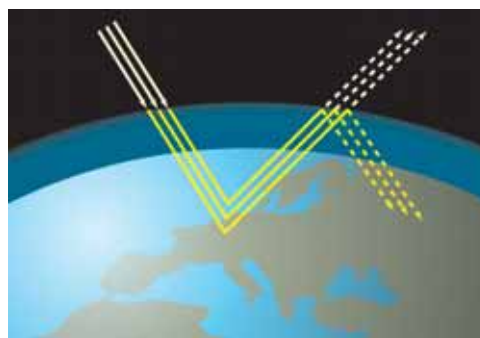
Els gasos obtinguts en la combustió de les diferents fraccions del petroli, juntament amb altres gasos com el metà, els clorofluorocarbonis, CFC, el bromur de metil, l'ozó de la troposfera, modifiquen la composició de l'atmosfera i són responsables de l'augment perillós de l'efecte hivernacle.

El més abundant de tots aquests gasos és el diòxid de carboni, que s'agafa com a representatiu, i al qual s'atribueix de manera global aquest efecte.

Tots aquests gasos contaminants, en concentracions cada vegada més grans, actuen com una «manta» que limita la sortida de calor cap a l'espai exterior i provoca un augment de la temperatura a l'atmosfera baixa.

Si les emissions de gasos continuen al ritme actual, els científics preveuen que la temperatura mitjana de l'atmosfera baixa augmenti i modifiqui el clima.

Els especialistes que investiguen sobre el clima afirmen que inevitablement arribarà un canvi climàtic quan s'assoleixi una certa concentració de gasos hivernacle i han advertit als responsables polítics de la necessitat d'actuar sense dilació per reduir el risc de desastres climàtics.



A la tercera Cimera de la Terra, que va tenir lloc a Kyoto (Japó) el desembre de 1997, els delegats de tots els països van debatre la imminència d'aquest canvi climàtic. El 16 de febrer del 2005 va entrar en vigor l'anomenat **protocol de Kyoto**, en el qual s'estableixen acords oficials de **reducció d'emissions de gasos** d'efecte hivernacle i el compromís de perfeccionar i ampliar les fonts d'energia que no depenen del petroli ni dels altres combustibles fòssils (carbons i gas natural).

Ciència, tècnica i societat

Biocombustibles

Els darrers anys s'ha accelerat l'ús i la investigació de combustibles derivats de la biomassa vegetal, anomenats **biocombustibles**.

Actualment, el biocombustible més utilitzat és l'**etanol**. S'obté en grans quantitats a partir de la canya de sucre, la remolatxa, el blat de moro i la civada. S'està estudiant també l'ús d'altres vegetals com ara les algues.

L'etanol, un cop purificat, es mescla amb gasolina, d'aquesta manera substitueix una part del petroli que en l'actualitat consumeixen els vehicles de motor. Brasil és el principal productor de bioetanol, seguit dels Estats Units.

L'ús dels biocombustibles com a substituïts dels derivats del petroli comporta un fet social molt important: els països sense recursos petrolífers poden deixar de dependre d'aquells que en tenen.

Per contra, l'ús de biocombustibles pot generar un impacte social negatiu: es corre el greu perill que les plantacions de blat, blat de moro, etc., destinades a l'obtenció de bioetanol prenguin el lloc a les plantacions destinades actualment a la producció d'aliments. Això pot fer que augmenti el preu dels aliments bàsics com el pa, cereals, llet, etc., i, com a conseqüència, pugui augmentar el nombre de persones que passen fam al món.

Energies renovables i desenvolupament sostenible

Mentre els combustibles fòssils han estat emmagatzemats durant milions d'anys i s'esgotaran en pocs segles, hi ha altres fonts d'energia que es renoven constantment, sense esgotar-se. **Són les energies renovables.**

L'energia hidràulica, la solar, l'eòlica, la geotèrmica, la biomassa, la mareomotriu, i la de les onades, són exemples d'energies renovables. Totes aquestes energies, excepte la biomassa, són energies **netes no contaminants**.

Per poder reduir les emissions de CO_2 s'haurà d'augmentar la producció d'energies renovables. Segurament, cap font d'energia futura serà tan barata com el petroli. Aquesta és la raó principal per la qual és important evitar les pèrdues inútils d'energia i disminuir-ne el consum en edificis, fàbriques i sistemes de transport.

Si ampliem el concepte d'energia renovable a tot tipus de recursos, estem parlant del desenvolupament sostenible. Efectivament, la necessitat del **desenvolupament sostenible** apareix del fet de tenir uns recursos materials limitats, no solament els energètics (aigua potable, nutrients del sòl, etc.) El desenvolupament sostenible és el desenvolupament que satisfà les necessitats de les generacions presents sense comprometre les de les generacions del futur.

Les condicions per a un desenvolupament sostenible són:

- a) Cap recurs renovable ha de ser utilitzat a un ritme superior al de la seva renovació.

Així, per exemple, no s'haurien de tallar arbres a un ritme superior al seu creixement. Actualment la

desforestació és un problema molt greu. La sobrepesca n'és un altre exemple.

- b) Cap recurs no renovable ha de consumir-se a major velocitat de la necessària si es pot substituir per un recurs renovable de manera sostenible.

Per exemple, caldria disminuir el consum del petroli a mesura que augmenta la disponibilitat d'energies renovables.

- c) Cap contaminant ha de produir-se a un ritme superior al qual pot ser reciclat, neutralitzat, o absorbit pel medi.

Així, per exemple, la quantitat de diòxid de carboni i els òxids de nitrogen que van a parar a l'atmosfera procedents fonamentalment dels motors de combustió, hauria de ser inferior a les quantitats que poden ser eliminades.





RESUM

Hidrocarburs i grups funcionals

Els **hidrocarburs** són compostos formats per carboni i hidrogen.

Els **alcans** són els hidrocarburs en què tots els enllaços C-C són senzills.

En els **alquens**, les molècules contenen un o més d'un doble enllaç entre dos àtoms de carboni.

En els **alquins**, les molècules contenen un o més d'un triple enllaç.

Els alcans s'anomenen **hidrocarburs saturats** i els alquens i els alquins **hidrocarburs insaturats**.

Els hidrocarburs poden ser de **cadena oberta** o ramificada i de **cadena tancada**, formada per cicles.

Quan dos o més compostos diferents, tenen la mateixa fórmula molecular, són **isòmers** entre ells. El fenomen corresponent rep el nom d'**isomeria**.

Els alcans, els alquens i els alquins són pràcticament insolubles en aigua i menys densos que aquesta.

La reacció característica dels alquens i dels alquins és l'addició al doble o triple enllaç de molècules com les d'hidrogen o les dels halògens.

Tots els hidrocarburs són **combustibles**, en cremar amb suficient dioxigen s'obté diòxid de carboni i vapor d'aigua.

El **benzè**, C_6H_6 , és el més important dels hidrocarburs cíclics.

Un **grup funcional** és un àtom o un grup d'àtoms que es troba en tota una sèrie de compostos diferents als quals confereixen unes propietats químiques definides.

Els **derivats halogenats** dels hidrocarburs contenen enllaços carboni-halogen.

Els **clorofluorocarbonis** són els responsables de la disminució de la concentració de la capa d'ozó en una zona definida de l'estratosfera.

Compostos orgànics oxigenats i nitrogenats

Dels compostos orgànics oxigenats, els més representatius són els alcohols, els fenols, els èters, els aldehids, les cetones, els àcids i els èsters.

Dels compostos orgànics nitrogenats, els més representatius són les amines, les amides i els nitrils.

Alcohols i fenols

El grup funcional característic dels **alcohols** és el grup $-OH$ anomenat **hidroxil** unit a un àtom de carboni saturat. Fórmula representativa: $R-OH$.

En els **fenols** el grup funcional $-OH$ està unit a un àtom de carboni benzènic o aromàtic.

L'alcohol més important és l'**etanol**, CH_3-CH_2OH

Èters

El grup funcional dels èters és $-O-$. Nom del grup funcional: èter. Fórmula representativa: $R-O-R'$.

L'èter més important és el dietil èter: $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

Aldehids i cetones

Grup funcional dels aldehids i cetones: >C=O que s'anomena carbonil.

Fórmula representativa d'un aldehid: $\begin{array}{c} R \\ \diagup \\ H-C=O \end{array}$

Fórmula representativa d'una cetona: $\begin{array}{c} R \\ \diagup \\ R'-C=O \end{array}$

L'aldehid més important és l'etanal, CH_3-CHO ; la cetona més important és la propanona, $CH_3-CO-CH_3$

Àcids

Grup funcional: $\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ -C \\ | \\ O-H \end{array}$ anomenat carboxil. La fórmula representativa és: $R-COOH$.

L'àcid més important és l'àcid etanoic: CH_3-COOH

Èsters

Grup funcional: $\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ -C \\ | \\ O- \end{array}$ s'anomena èster

Fórmula representativa: $R-COO-R'$. Exemple: etanoat de metil: $CH_3-COOCH_3$

Amines

Grup funcional: $\begin{array}{c} H \\ | \\ -N \\ | \\ H \end{array}$ anomenat amino.

Amina primària: $R-N\begin{array}{c} H \\ | \\ H \end{array}$; amina secundària: $\begin{array}{c} R \\ \diagup \\ N \\ \diagdown \\ R' \end{array}$ $\begin{array}{c} H \\ | \\ NH \end{array}$

amina terciària: $\begin{array}{c} R \\ \diagup \\ N-R'' \\ \diagdown \\ R' \end{array}$

Exemple: CH_3-NH_2 , metilamina

Amides

Grup funcional: $\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ -C \\ | \\ NH_2 \end{array}$ que s'anomena amido.

Fórmula representativa: $R-C\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ NH_2 \end{array}$

Exemple: $CH_3-C\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ NH_2 \end{array}$, etanamida.

Nitrils

Grup funcional: $-C\equiv N$ que s'anomena nitril (o ciano).

Fórmula representativa $R-C\equiv N$

Exemple: $CH_3-C\equiv N$, etannitril

Per anomenar un compost que té més d'un grup funcional s'ha de saber quin té preferència.





ACTIVITATS

Hidrocarburs i derivats halogenats

1 Quin va ser el primer compost orgànic obtingut a partir de compostos inorgànics?

2 Què s'entén per isomeria? Posa exemples de compostos que siguin isòmers entre ells.

3 Formula:

- 7-etil-3-metil-5-propildecà
- 2,4,5-trimetiloctà
- 2,3,5,6-tetrametilnonà
- 1,3-hexadiè
- 4-metil-2-pentè
- 3,3-dietil-1-heptè
- 1,4-hexadiè
- 3-metil-4-propil-1,5-heptadiè
- 4,4-dietil-1,2,6-octatriè
- 5-etil-3-metil-1,3,5,7-decatetraè

4 Formula:

- 2-pentí
- 2,4-hexadií
- 1,3,5-octatrií
- 3,3-dimetil-1,4-pentadií
- 1-buten-3-í
- 2-hexen-4-í
- 3-etil-5-metil-3,7-octadien-1-í
- 1,5-decadien-3,7-dií
- 2-metil-1-hexen-3,5-dií
- 3,4,4-trimetil-1,5-heptadií

5 Formula:

- ciclopropà
- ciclohexà
- ciclobutè
- ciclopropè
- 1-metil-2-propilciclopentà

6 Formula:

- benzè
- 1-etil-2-metilbenzè o o-etilmetilbenzè
- 1,3-dietilbenzè o m-dietilbenzè
- 1,4-dipropilbenzè o p-dipropilbenzè
- metilbenzè o toluè
- 2-etil-1,3-dimetil-4-propilbenzè
- 1,2-dimetilbenzè o o-xilè
- pentilbenzè

7 Formula:

- 2-cloropropà
- 1,1,1-tricloroetà

c) triclorometà o cloroform

d) 1,2-diiodo-1-butè

e) 4-bromo-3-etil-1-hexí

f) 1,2-diclorobenzè

g) 1-cloro-2-fluorobenzè o o-clorofluorobenzè

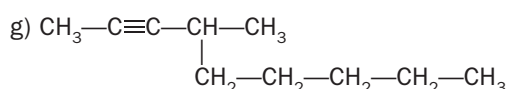
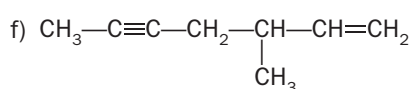
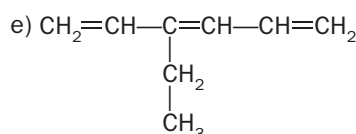
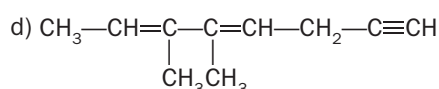
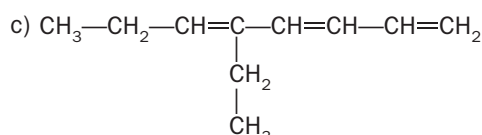
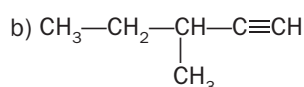
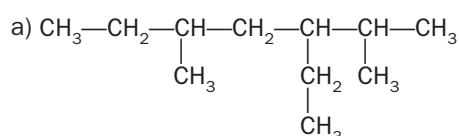
h) hexaclorobenzè o perclorobenzè

i) 3-fluoro-1-pentè

j) 2-cloro-1-fluoro-3-metilbenzè

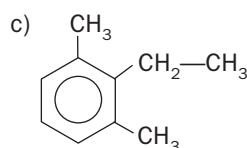
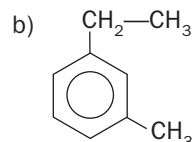
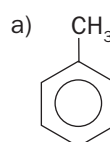
8

Anomena:



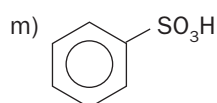
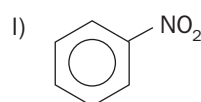
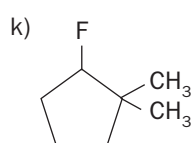
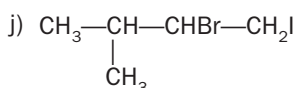
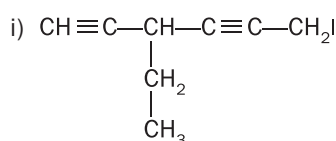
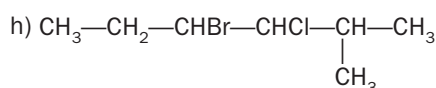
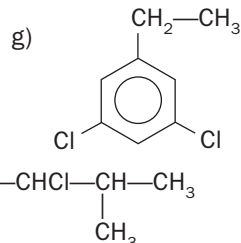
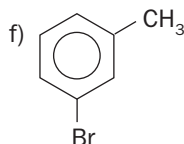
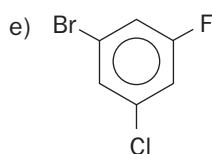
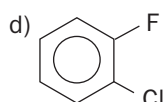
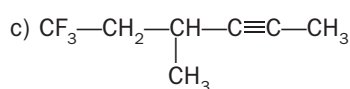
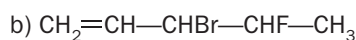
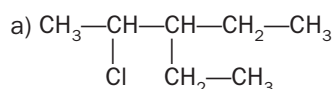
9

Anomena:





10 Anomena:

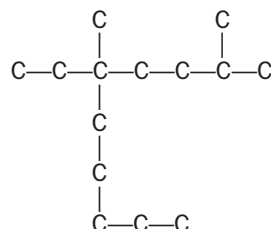


11 Formula i anomena tots els isòmers de cadena oberta de fórmula molecular C_7H_{14} .

12 Formula i anomena dos isòmers de cadena oberta de fórmula molecular C_6H_6 .

13 Formula i anomena tots els isòmers de cadena oberta de fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}_3$.

14 Es té un hidrocarbur l'esquelet carbonat del qual és:



Formula'l correctament i anomena'l.

15 Formula i anomena tots els butens isòmers. Algun presenta isomeria *Z-E* (cis-trans)?

16 Formula i anomena tots els isòmers del trimetilbenzè.

17 L'1,2-dicloroetè presenta dos estereoisòmers geomètrics. Formula'ls i anomena'ls.

18 Tant l'hexà com el 2-hexé són líquids incolor menys densos que l'aigua i insolubles en aquesta. Quina reacció química ens permetrà distingir un hidrocarbur de l'altre?

19 Es fa reaccionar el pentà amb el clor en presència de la llum. Si suposem que només se substitueix un àtom d'hidrogen per un de clor, formula i anomena tots els isòmers que es poden obtenir.

20 A temperatura ordinària, el metà, l'età, el propà i el butà són gasos. Quin o quins d'aquests gasos són més densos que l'aire, si tots estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i de temperatura? (Dada: la massa molecular mitjana de l'aire és 29. Això significa que si l'aire estigués format per un sol gas la seva massa molecular seria 29.)

21 Es té una mescla formada per 10,0 cm³ de metà, 20,0 cm³ de propà, 5,00 cm³ de butà i 250 cm³ d'oxigen. En fer saltar una guspira elèctrica, els gasos reaccionen i s'obté diòxid de carboni i vapor d'aigua. Calcula el volum de gas al final de la reacció, si tots estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i de temperatura.

22

- a) metanol
- b) 1-butanol
- c) 1,2-hexandioli
- d) 4-hexen-2-oli
- e) 1,2,3-benzentrioli o pirogal-oli
- f) 2-fluoro-5-metil-3-hexen-1-oli
- g) 2-propanoli
- h) 2-metil-1-pentanol
- i) 1,2,3-propantrioli (glicerina)
- j) 5-octen-2-in-1-oli
- k) fenoli

23

- a) propanal
- b) 4-hexenal
- c) 3-hidroxihexanal
- d) 2-hexanona
- e) 2,2-dicloro-3-pentanona
- f) 2,4,6-decantriona
- g) dietil èter o èter
- h) 2,2-difluoro-5-metil-4-oxoheptanal
- i) 2-etil-3-hidroxi-4-propiloctanal
- j) 2-metilpentanal
- k) butandial
- l) acetona o propanona
- m) 2,4-hexandiona
- n) 5-hexen-3-ona
- o) 4-oxohexanal
- p) etil propil èter

24

- a) àcid butanoic o butíric
- b) àcid 3-oxobutanoic
- c) àcid benzoic
- d) àcid 3-pentenoic
- e) àcid 2,3,5-trimetilbenzoic
- f) àcid 4,6-dioxodecanoic
- g) àcid propanoic o propiònic
- h) àcid dihidroxibutandioic (àcid tartàric)
- i) àcid etandioic (àcid oxàlic)
- j) àcid 2, 2-diclorobutanoic
- k) 2-hidroxibenzoic (àcid salicílic)
- l) àcid 2-iodo-4-oxopentanoic

25

a) butirat de metil
b) tartrat de potassi
c) propanoat de fenil

- d) benzoat d'etil
- e) 2-cloro-4-heptenoat de propil
- f) etanoat de pentil o acetat de pentil
- g) 2,2-dibromopentanoat de potassi
- h) 3-hidroxibutanoat d'etil
- i) hidroxoxalat de sodi
- j) 3-metil-4-oxohexanoat de liti

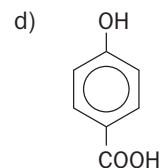
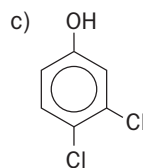
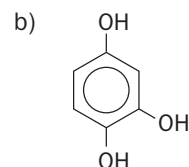
26

- a) trimetilamina
- b) butilamina
- c) trifenilamina
- d) cianur de potassi
- e) àcid 3-aminohexanoic
- f) benzamida
- g) urea
- h) àcid cianhídric
- i) àcid 2-aminopropanoic *
- j) etannitril o cianur de metil
- k) pentannitril o cianur de butil
- l) 5-amino-6-hidroxi-2-octanona
- m) 2-metilbutanamida
- n) 3-amino-2-pentanol
- o) fenilamina o anilina
- p) metilpentilamina

(* És un aminoàcid anomenat alanina.)

27

a)
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$$



e) $\text{CCl}_3\text{—CH}_2\text{—COOCH}_3$

f) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$

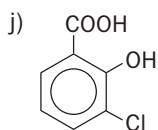
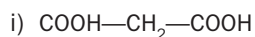
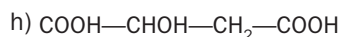
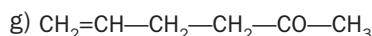
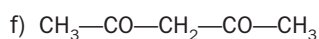
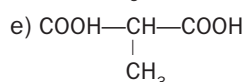
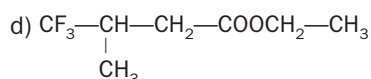
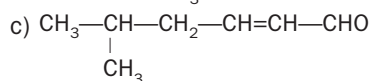
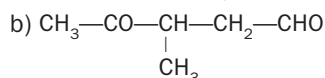
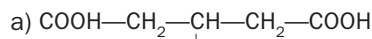
g) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CHOH}-\text{COOH}$

h) $\text{CH}_3\text{—CCl}_2\text{—CHO}$

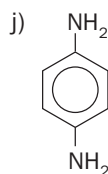
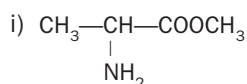
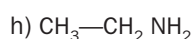
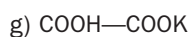
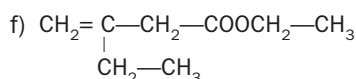
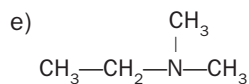
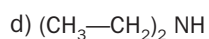
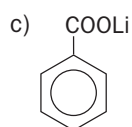
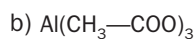
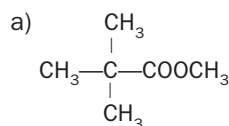
i) $\text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_2\text{—CH}_3$

j) $\text{CH}_3\text{—CO—CH—COOH}$
 $\quad\quad\quad |$
 $\quad\quad\quad \text{CH}_2$

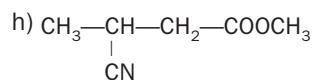
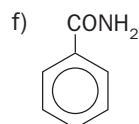
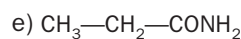
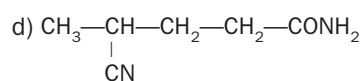
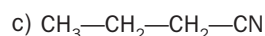
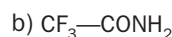
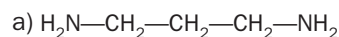
28 Anomena:



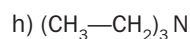
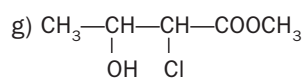
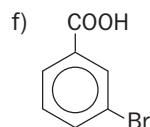
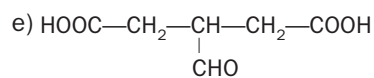
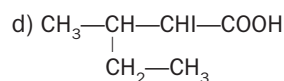
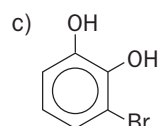
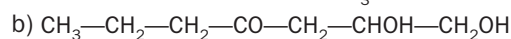
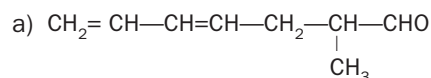
29 Anomena:

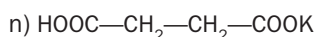
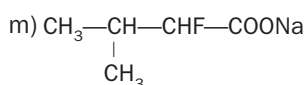
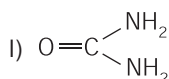
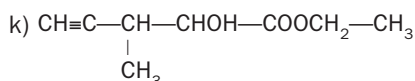
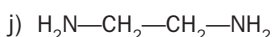
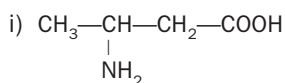


30 Anomena:



31 Anomena:





32 Formula i anomena tots els alcohols de fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$.

33 Formula i anomena tots els àcids de fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$.

34 Formula i anomena tots els trifenols isòmers.

35 En analitzar un compost orgànic es troba que la seva fórmula molecular és $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$. Formula i anomena tots els isòmers compatibles amb la fórmula molecular trobada.

36 En la fermentació alcohòlica d'una solució de glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, s'obté etanol i diòxid de carboni.

- Escriu l'equació química corresponent.
- Calcula la massa d'alcohol que es pot obtenir per fermentació de 100 g de glucosa si el rendiment és del 80 %.

37 En neutralitzar l'àcid acètic amb hidròxid de calci s'obté acetat de calci, compost poc soluble en aigua. En escalfar l'acetat de calci es descompon i s'obté carbonat de calci, insoluble, i acetona (gas), i per condensació s'obté acetona líquida.

- Escriu les equacions químiques corresponents als processos que han tingut lloc.
- Calcula la massa d'acetona que es podrà obtenir a partir de 10 kg d'un àcid acètic de 95 % en massa, si el rendiment de l'operació global és del 80 %.

38 S'addiciona brom a l'1-butè i el producte obtingut es tracta amb hidròxid de plata, AgOH , i s'obtenen 10 g d'un alcohol, dihidroxilat.

- Escriu les equacions químiques corresponents als processos que han tingut lloc.
- Quin volum de brom (gas) mesurat a 50 °C i 10^5 Pa es necessita si la primera reacció té un rendiment del 70 % i la segona del 80 %?

39 El vinagre conté una certa quantitat d'àcid acètic en dissolució. Per neutralitzar 10,0 cm³ d'un vinagre es necessiten 15,2 cm³ d'una solució d'hidròxid de sodi 0,10 mol/dm³. Calcula quants grams d'àcid acètic conté un litre d'aquest vinagre.

40 En escalfar, l'acetat d'amoni es deshidrata i s'obté acetamida.

- Escriu l'equació química corresponent.
- Calcula quants grams d'acetamida es podran obtenir a partir de 100 g d'un acetat d'amoni del 90 % de puresa, si el rendiment de la reacció és del 80 %.

41 La urea i el sulfat d'amoni s'utilitzen com a adobs nitrogenats. Quin dels dos conté més tant per cent en massa de nitrogen?

42 En analitzar un compost orgànic es troba que la seva fórmula molecular és $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$. Aquest compost té les propietats característiques dels alcohols i, a més, reacciona fàcilment amb el brom per donar un compost d'addició. Formula i anomena tots els isòmers compatibles amb la fórmula molecular trobada.

43 Per oxidació bacteriana de l'alcohol contingut en el vi s'obté àcid acètic. La solució obtinguda és el vinagre.

Un litre de vi de 12° es deixa oxidar a l'aire. Calcula la massa d'àcid acètic obtinguda si només s'oxida el 75 % de l'alcohol.

Dades: un vi de 12° conté 12 litres d'alcohol en 100 litres de vi. La densitat de l'alcohol és $\rho = 790 \text{ kg/m}^3$.



44 Per combustió d'1,484 g d'un compost orgànic s'obté diòxid de carboni i 1,905 g d'aigua. El CO_2 es fa passar a través d'una dissolució de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i s'obté un precipitat de CaCO_3 que, una vegada sec, té una massa de 10,59 g.

A 375 K i $9,9 \times 10^4$ Pa, 0,620 g d'aquest compost orgànic ocupen un volum de $0,346 \text{ dm}^3$.

- Troba la fórmula empírica, la fórmula molecular i la massa molecular d'aquest compost.
- Formula els isòmers possibles compatibles amb la fórmula molecular trobada.

45 Per oxidació d'un alcohol primari de cadena lineal, s'obté un compost químic que té la composició centesimal següent: 54,54 % de carboni, 9,09 % d'hidrogen i 36,36 % d'oxigen.

Un gram (1,00 g) d'aquest compost químic, en estat de vapor, ocupa un volum de 440 cm^3 a la temperatura de 473 K i a la pressió de $1,01 \times 10^5$ Pa.

Troba la fórmula molecular i la fórmula semidesenvolupada de l'alcohol de partida. Anomena'l.

46 La composició centesimal del principi actiu de l'aspirina és: 60,0 % de carboni, 35,5 % d'oxigen i 4,5 % d'hidrogen. La seva massa molecular aproximada és 180. Amb aquestes dades calcula:

- La fórmula molecular de l'aspirina.
- La seva massa molecular.

Investiga

47 Investiga si l'hidrogen és la font d'energia que té més possibilitats de substituir el petroli en el futur.

48 Investiga sobre el cautxú natural i el cautxú artificial.

A **www.ecasals.net** trobaràs una llista de pàgines web que t'ajudaran a iniciar la teva investigació. No oblidis consultar també enciclopèdies i llibres especialitzats.