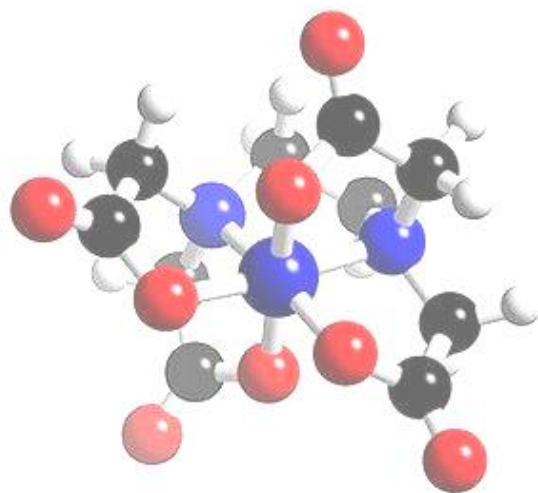


Escola d'Enginyeria de Barcelona Est (EEBE)

Universitat Politècnica de Catalunya

QUÍMICA ORGÀNICA

Temari i Problemes



Elaine Armelin Diggroc
Iñaki Iribarren Laco
Joan Torras Costa
David Zanuy Gomarra

Curs 2017/18



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

ÍNDICE	3
FICHA DE LA ASIGNATURA	5
PROGRAMA DE LA ASIGNATURA	6
BIBLIOGRAFÍA	8
PROBLEMES	9
Tema 1: L'estructura de les molècules orgàniques i introducció els mecanismes de reaccions orgàniques	11
Temas 2-3-4: Hidrocarburs	21
Tema 5-6: Compostos oxigenats	27
Tema 7: Compostos nitrogenats	32
APÉNDICES	35
1. Tabla Periódica	36
2. Representaciones de las moléculas orgánicas	37
3. Isomería	38
4. Mecanismos de reacción y tipos de reacciones en química orgánica	41
5. Nomenclatura de los radicales más importantes en química orgánica	42
6. Reacciones / Propiedades según el tipo de hidrocarburo y derivados de hidrocarburo	43
7. Simbolismo en reacciones químicas y en química orgánica	51

FICHA DE LA ASIGNATURA

Nombre asignatura: Química Orgánica **Código:** 820531 **Créditos ECTS:** 6

Unidad responsable: 295 – Escola d'Enginyeria de Barcelona Est (EEBE)

Departamento: 713 – Enginyeria Química

Titulació: Grau en Enginyeria Química

Tipo Unidad Docente: Obligatoria

Competencias

Específicas:

CE4. Capacitat per conèixer, entendre i utilitzar els principis de la química orgànica i les seves aplicacions en enginyeria.

Genèriques:

CT5. Us solvent dels recursos de la informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, el anàlisi i la visualització de dades i informació en el àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats de tals gestions.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar les deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i la tria d'una actuació millor per tal d'ampliar aquest coneixement.

Requisits previs

Es necessari que l'estudiant tingui coneixements previs de química general (estructura atòmica, enllaç químic, termodinàmica i cinètica) i es necessari que tingui coneixements bàsics de l'estructura, formulació i nomenclatura de les molècules orgàniques.

Metodología

La impartició de l'assignatura es realitza mitjançant classes teòriques i classes de problemes. L'activitat dirigida consta d'un treball de l'àrea de química orgànica industrial. Els professors distribuïran els alumnes en grups de com màxim 5 persones per la realització d'aquesta activitat avaluable. Les pràctiques de laboratori corresponents a aquesta assignatura es duen a terme dins de l'assignatura Experimentació en Química.

Objetivos

L'objectiu general de l'assignatura és proporcionar la formació en Química Orgànica requerida per l'Enginyer Químic.

Al finalitzar l'assignatura l'estudiantat ha de ser capaç de:

- Anomenar els compostos orgànics
- Identificar les propietats generals dels compostos orgànics.
- Contrastar i justificar la reactivitat dels diferents grups funcionals.
- Processos d'obtenció de compostos orgànics.

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

1. Estructura de les molècules orgàniques i introducció els mecanismes de reaccions orgàniques	Dedicació: 10h Grup gran: 6h Aprentatge autònom: 7h
Descripció: Grups funcionals orgànics i sèries homòlogues. Nomenclatura. Isomeria. Ruptura homolítica i heterolítica. Efecte inductiu i mesòmer. Nucleòfils i electròfils. Intermedis de reacció. Diagrames d'energia i mecanismes de reacció. Classificació de les reaccions orgàniques.	
2. Hidrocarburs I: Alcans	Dedicació: 19h Grup gran: 8h Aprentatge autònom: 11h
Descripció: Nomenclatura, estructura i propietats físiques. Cicloalcans. Hidrocarburs alicíclics. Fonts naturals: carbó, petroli i gas natural. Processos d'obtenció d'alcans. Halogenació d'alcans. Processos de combustió. Exercicis.	
3. Hidrocarburs II: Alquens i alquins	Dedicació: 20h Grup gran: 7h Aprentatge autònom: 12h
Descripció: Nomenclatura, estructura i propietats físiques. Obtenció d'alquens i alquins. Reaccions d'addició al doble i triple enllaç. Hidrogenació. Diens i poliens. Oxidació i combustió. Sals metàl·liques d'alquins. Etilè i acetilè. Exercicis.	
4. Hidrocarburs III: Aromàtics	Dedicació: 16h Grup gran: 6h Aprentatge autònom: 10h
Descripció: Nomenclatura, estructura i propietats físiques. Processos d'obtenció. Reaccions de substitució aromàtica. Reaccions de Friedel-Crafts. Oxidació i combustió. Aromàtics policíclics. Arens. La fracció benzè-toluè-xilè (BTX). Exercicis.	
5. Alcohols, fenols i èters	Dedicació: 16h Grup gran: 6h Aprentatge autònom: 10h
Descripció: Nomenclatura, estructura i propietats físiques. Productes naturals i processos d'obtenció. Halurs alquil. Compostos organo-metàl·lics. Reaccions químiques dels compostos hidroxilats. Deshidratació d'alcohols. Èters. L'etanol i el fenol. Exercicis	
6. Compostos carbonílics: Aldehids, Cetones, Compostos carboxílics i derivats	Dedicació: 28h Grup gran: 10h Aprentatge autònom: 18h
Descripció: Nomenclatura, estructura i propietats físiques. Productes naturals i processos d'obtenció. Reaccions d'addició a l'enllaç carbonil. Reaccions de reducció i oxidació. Formaldehid i acetona. Compostos policarbonílics. Àcids carboxílics i sals. Halurs d'àcid, esters i amides. Interconversió entre derivats d'àcid. Hidròlisi i esterificació. Glicèrids. Derivats cíclics: lactones i lactames. Exercicis	

QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

7. Compostos nitrogenats i amb sofre	Dedicació: 14h Grup gran: 5h Aprenentatge autònom: 9h
Descripció: Nomenclatura, estructura i propietats físiques. Processos d'obtenció. Nitrocompostos. Nitrils. Amines. Sals d'amoni quaternari. Amines aromàtiques i derivats azoics. Mercaptans i tioèters. Àcids sulfònics i derivats sulfonats. Exercicis	
8. Química orgànica industrial	Dedicació: 12h Grup gran: 7h Aprenentatge autònom: 4h
Descripció: La indústria petroquímica bàsica: la producció d'etilè. La indústria petroquímica derivada: la producció de polietilè. La indústria paperera: la cel·lulosa i els hidrats de carboni. La indústria agroquímica: fertilitzants nitrogenats. La indústria farmacèutica: antibiòtics i anestèsics. La indústria de pintures: colorants i pigments naturals. Activitat dirigida	

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

Wade Jr., L. G.. Química Orgánica. 7ª edició, 2012, Ed. Pearson Educación, ISBN 9786073207904 (Volum I), ISBN: 9786073207935 (Volum II).

Morrison, R. T.; Boyd, R. N. Química Orgánica. 5ª edició, 1998, Ed. Pearson Educación, ISBN 9684443404.

Carey, Francis A.. Química orgánica. 6ª edició, 2006, Ed. Mc Graw Hill, ISBN 9701056108.

Gorchs, R.; Galán, A., Química orgànica: estudi, reactivitat i aplicació dels principals compostos orgànics. 1ª edició, 2003, Edicions UPC, ISBN: 8483017393. (material disponible a UPCommons: <http://hdl.handle.net/2099.3/36492>, data consulta: 27-06-2016)

Complementaria:

Herranz, Agustín, C.; *Química para la Ingeniería 2*. Barcelona, Ediciones UPC, 2010.

PROBLEMES

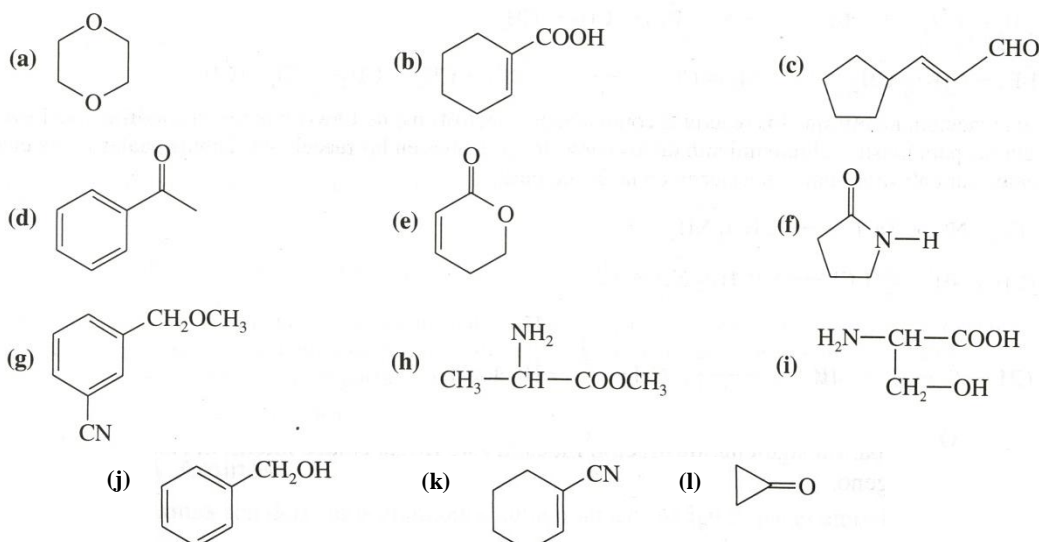
Tema 1: L'estructura de les molècules orgàniques i introducció els mecanismes de reaccions orgàniques

Nomenclatura, grups funcionals, representació, fórmula molecular i empírica

1.1. Dibuixa les estructures de Lewis i encercla els grups funcionals de les següents molècules, tot indicant a quina classe (o classes) de compostos orgànics pertanyen.

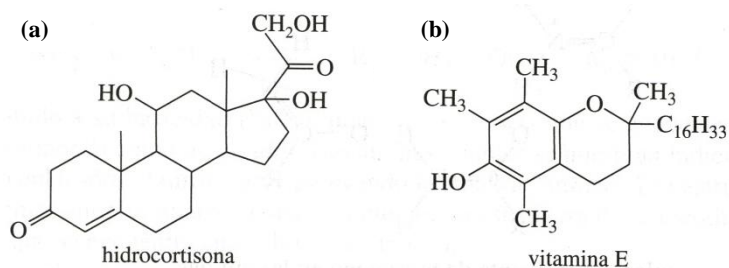
- | | |
|---|---|
| a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ | e) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ |
| b) CH_3CHO | f) CH_3CONH_2 |
| c) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COOCH}_3$ | g) CH_3OCH_3 |
| d) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOCl}$ | h) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$ |

1.2. Encercla els grups funcionals de les següents molècules, tot indicant a quina classe (o classes) de compostos orgànics pertanyen.

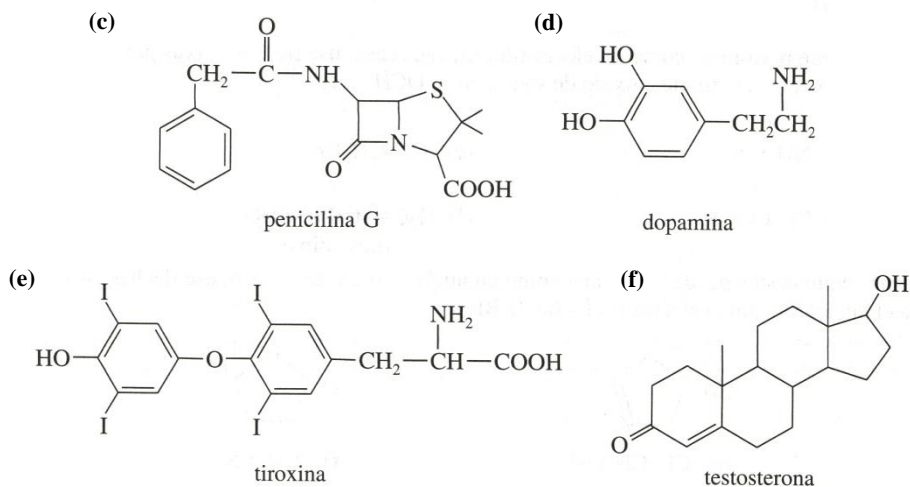


Font: Wade Jr., L. G.. Química Orgánica. 9ª edición, 2017, Ed. Pearson Educación de México, SA.(Volum I)

1.3. A la naturalesa hi ha molts compostos que contenen més d'un grup funcional. Identifiqui els grups funcionals de les següents molècules i cerca, amb el seu nom comú, quina mena de compost orgànic natural es tracta .

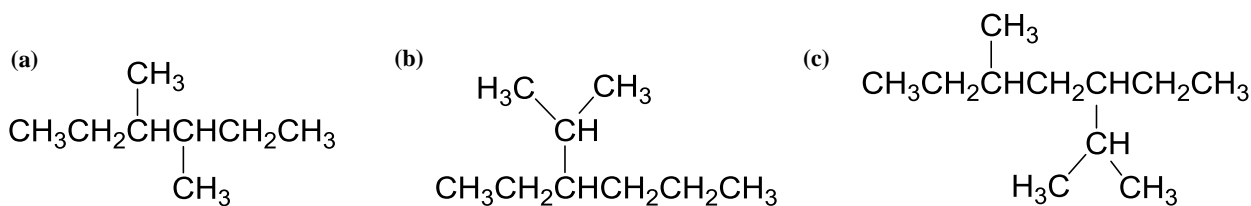


QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)



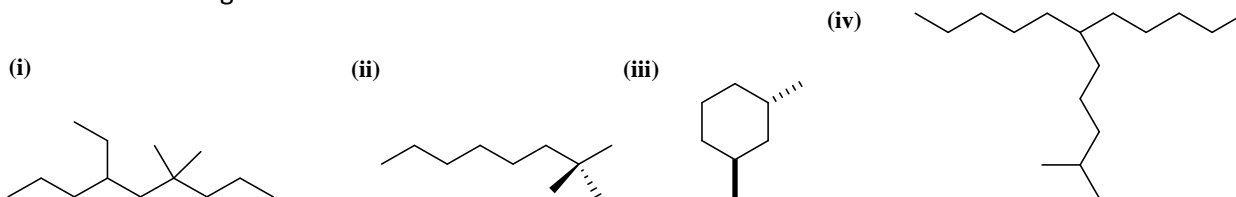
Font: Wade Jr., L. G.. Química Orgànica. 9ª edició, 2017, Ed. Pearson Educació de México, SA.(Volum I)

1.4. Dibuixa l'estructura simplificada (o fórmula en línies) i anomena els compostos que es representen a continuació:



1.5. Per cadascun dels compostos que es representen a continuació:

- Mostra l'estructura semidesenvolupada (o fórmula de cadena) i anomena'l's.
- Digues quin tipus de cadena hidrocarbonada té: lineal, ramificada, cíclica (alíciclica, o bé, aromàtica)
- Qué significat tenen els enllaços (o traços) gruixuts (continus i discontinus) representats a la segona i tercera figures a sota?



1.6. Doneu la fórmula en línies (simplificada) o la fórmula de cadena dels següents compostos orgànics:

- 2,2-dimetilhexano
- 3-etil-2,2-dimetilhexano
- 4-metilpent-2-eno
- pent-1-en-4-ino

QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

1.7. Doneu la fórmula en línies (simplificada) o la fórmula de cadena dels següents compostos orgànics:

- 4-isopropil-2,3-dimetilnonano
- 2,4,6-trimetil-5-propildecano
- octa-2,5-dieno
- hex-4-en-1-ino

1.8. Donades les fórmules moleculars següents: C_4H_6 , $C_2H_4Cl_2$, C_3H_6O , CH_5N , C_5H_7NO , $C_5H_{10}N_2$, $C_5H_8O_2$ y CCl_2F_2 :

- Determineu el nombre d'insaturacions presents en cada una.
- Doneu una fórmula constitucional compatible amb la fórmula molecular i anomenau-la.
- Indiqueu els grups funcionals presents a la constitució proposada.

Solució: a) Insaturacions 2, 0, 1, 0, 3, 2, 2 y 0

1.9. Donats els compostos següents: àcid 3-hidroxipropanoic, 3-cloropropè, *N*-metilpropanamida, 2,4-pentandiona i ciclopentilmetilèter.

- Escriviu-ne les fórmules empíriques i moleculars.
- Indiqueu els grups funcionals que conté cada un.
- Formuleu i anomenau un isòmer constitucional per a cada un.

1.10. Donats els compostos següents: 2,3-dihidroxipropanal, 3-amino-2-clorofenol, dimetilacetileno, butanoato de metilo i 1,3-dimetilbenceno.

- Escriviu-ne les fórmules empíriques i moleculars.
- Indiqueu els grups funcionals que conté cada un.
- Formuleu i anomenau un isòmer constitucional per a cada un.

1.11. Quatre compostos, A, B, C i D van donar les anàlisis elementals i pesos moleculars següents:

- A) C: 40,00 %; H: 6,67 %; M = 60 g/mol
B) C: 56,02 %; H: 3,90 %; Cl: 27,63 %; M = 128,5 g/mol
C) C: 60,61 %; H: 9,09 %; N: 14,14 %; M = 99 g/mol
D) C: 71,10 %; H: 6,70 %; N: 10,40 %; M = 135 g/mol

- Determineu la fórmula molecular de cada compost.
- Determineu el nombre d'insaturacions presents.
- Proposeu una fórmula constitucional acceptable per a cada un, indicant els grups funcionals que tenen i anomenau-les.

Solució: a) $C_2H_4O_2$, C_6H_5ClO , C_5H_9NO , C_8H_9NO b) Insaturacions: 1, 4, 2, 5

1.12. Tres compostos, A, B i C van donar les anàlisis elementals i pesos moleculars següents:

- A) C: 92,31 %; H: 7,69 %; M = 104 g/mol
B) C: 41,38 %; H: 5,17 %; M = 118 g/mol
C) C: 69,58 %; H: 10,14 %; N: 20,28 %; M = 69 g/mol

- Determineu la fórmula molecular de cada compost.
- Determineu el nombre d'insaturacions presents.
- Proposeu una fórmula constitucional acceptable per a cada un, indicant els grups funcionals que tenen i anomenau-les.

Solució: a) C_8H_8 , $C_4H_6O_4$, C_4H_7N , b) Insaturacions: 5, 2, 2

QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

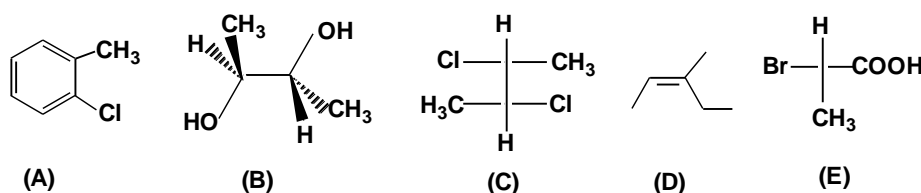
1.13. Els resultats de les anàlisis de combustió de dos compostos, A i B, són els següents:

A (6,0 mg) → CO₂ (8,80 mg); H₂O (3,60 mg)

B (12,0 mg) → CO₂ (17,89 mg); H₂O (9,18 mg); NO₂ (9,34 mg)

- Calculeu la fórmula empírica d'aquests compostos.
- Doneu la fórmula molecular més simple possible.
- Doneu una constitució compatible amb l'esmentada fórmula molecular.

1.14. Tenint en compte les diferents formes de representar les molècules escriviu la fórmula molecular i anomenau les molècules següents:



1.15. Per al 2,3-butanodiol representeu la seva fórmula:

- | | |
|----------------|--|
| a) Molecular, | d) En perspectiva |
| b) En tascons, | e) En projecció de Newman eclipsada (en el gir de 360° entre els carbonis C ₂ -C ₃) |
| c) Amb línies, | f) En projecció de Fischer |

1.16. a) Representeu en tascons les molècules: metanol i 1,1-dimetilciclobutà.

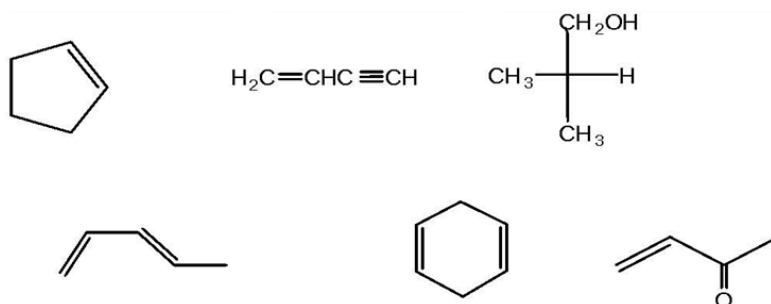
b) Representeu en perspectiva las molècules: 1,2-dicloroetà, en la forma més estable, i 1,2-etandiol o etilenglicol, en la forma inestable.

1.17. Per a les molècules següents: propanal, metoxibenzè (fenilmetilèter), 2-butanol i clorur de acetil (clorur de etanoil), indiqueu:

- Els enllaços σ i π que poden tenir entre el carboni i el oxigen, i les hibridacions corresponents.
- El valor aproximat dels angles de enllaç entre el carboni i el oxigen, tenint en compte la seva geometria.

1.18. Donats els següents compostos, indiqueu:

- La hibridació dels àtoms de carboni i els enllaços σ i π.
- Els carbonis que estan al mateix pla.



QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

1.19. Donats els compostos acíclics de fórmula $C_6H_{10}O_2$ i C_4H_6OBrCl :

- Determineu el nombre d'insaturacions presents en cadascun.
- Calculeu la composició elemental de cadascun.
- Escriviu per a cadascun una fórmula constitucional d'acord amb la molecular, indicant els grups funcionals de la fórmula escollida i anomeu-les.

Solució: a) 2 i 1 b) 63,15% C; 8,8% H; 28,1% O i 25,9% C; 3,2% H; 8,6% O; 43,1% Br i 19,14% Cl

Isòmers constitucionals, configuracionals i conformacionals

1.20. Representeu tots els isòmers constitucionals possibles per a les fórmules moleculars donades, tenint en compte les restriccions que s'indiquen:

- C_5H_{10} ; hidrocarburs cíclics.
- C_4H_8O ; èters acíclics.
- $C_5H_{10}O$; compostos carbonílics.
- C_7H_9N ; compostos benzènics.
- $C_5H_{10}O$; alcohols cíclics.

1.21. Donat el compost acíclic de fórmula molecular C_4H_7Cl representeu:

- Els isòmers constitucionals deduïts de la seva fórmula i anomeu-los.
- Representeu i anomeu els isòmers amb isomeria geomètrica.
- Representeu i anomeu els isòmers amb isomeria òptica.

1.22. Donats els compostos següents: àcid 2-hidroxipropanoic, 2-brom-3-clorobutà, 3-etil-2-hexè, 2,4-hexadiè i 1,2-dibromociclobutà:

- Dibuixeu les formules de tots els estereoisòmers possibles per a cada un i anomeu-les correctament tenint en compte la seva configuració.
- Indiqueu quins estereoisòmers són òpticament actius i assenyalau quina relació d'estereoisomeria tenen entre si.

1.23. Per al compost acíclic de fórmula molecular C_5H_8O :

- Escriviu tots els isòmers que tinguin la funció aldehyd.
- Emparelleu els compostos que tinguin isomeria geomètrica, determineu la seva configuració i anomeu-les.
- Indiqueu els compostos amb activitat òptica, representeu les seves projeccions de Fischer de cada i anomeu-los.

1.24. A 20°C de temperatura una dissolució aquosa 2 M de (S)-(-)-2-metilbutanol pur mostra una rotació òptica de -1.0° en un polarímetre amb un tub d'1 dm de longitud, emprant llum de sodi.

- Dibuixeu la fórmula estructural del compost (S)-(-)-2-metilbutanol i la del seu enantiòmer.
- Determineu la rotació específica del (S)-2-metilbutanol.
- Calculeu la composició de la mescla dels 2 enantiòmers de rotació específica igual -3.2° .

Solució: b) -5.68° c) 78 % enantiòmer S i 22 % enantiòmer R.

1.25. Una amina primària de fórmula molecular $C_4H_{11}N$ és un líquid de densitat $0,711 \text{ g/cm}^3$ que té una rotació específica de $+7,5^\circ$.

- Dibuixeu la fórmula estructural d'aquesta amina sabent que la seva configuració absoluta és S i anomeu-la correctament.

QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

- b) Calculeu quina rotació òptica s'observaria per a una mostra òpticament pura d'aquesta amina en un polarímetre amb un tub de mostra de longitud 10 cm.
- c) Determineu quina rotació específica presenta una barreja equimolecular de totes les amines primàries isòmeres de fórmula $C_4H_{11}N$ i quin percentatge de compostos òpticament actius conté.

Solució: b) $5,33^\circ \text{ g cm}^{-3} \text{ dm}^{-1}$ c) 40%

1.26. Una molècula orgànica de pes molecular 88 g/mol té un composició centesimal de 54,54 % de C, 9,09% de H i la resta oxigen.

- a) Representeu i anomeu tots els isòmers que continguin a la vegada un grup carbonil (C=O) i un grup hidroxil (OH).
- b) Indiqueu els que presenten activitat òptica i representeu les projeccions de Fischer per a cadascun.
- c) Indiqueu si es pot formar una mescla racèmica per els enantiòmers de la molècula elegida, quina polaritat té la mescla i per què.

1.27. La combustió de una mostra de 5,17 mg del compost **A** dona 10,32 mg de CO_2 i 4,23 mg de H_2O . La seva massa molecular és de 88 g/mol.

- a) Determineu les fórmules empírica i molecular de **A**.
- b) Dos isòmers de **A** són diols acíclics amb els grups OH situats en els carbonis 1 i 4. Escriviu els isòmers i els estereoisòmers de cadascun. Algun d'ells és una molècula apolar?.

Solució: a) Fórmula empírica C_2H_4O i fórmula molecular: $C_4H_8O_2$

1.28. Representeu tots els estereoisòmers existents per als ciclopentanodiols possibles. Assenyaleu els que són òpticament actius i les formes meso. Indiqueu la configuració absoluta dels centres quirals en las formes meso.

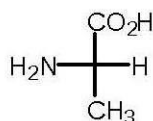
1.29. Considereu tots els aldehids cíclics de fórmula C_5H_8O .

- a) Representeu tots els isòmers constitucionals possibles.
- b) Indiqueu la configuració R i S dels centres quirals en aquells que presenten isomeria òptica.

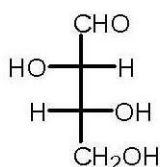
1.30. Donat el compost de fórmula molecular C_6H_{12} :

- a) Doneu la fórmula de tots els seus isòmers constitucionals cíclics
- b) Anomeneu-los adequadament
- c) Indiqueu els que presenten isomeria òptica i/o geomètrica i assenyaleu la configuració absoluta en el seu cas (R,S) o (Z,E).

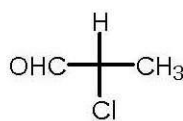
1.31. Assigneu la configuració absoluta R o S a cadascun dels centres quirals dels següents compostos:



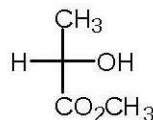
(a)



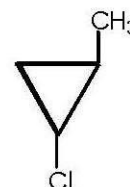
(b)



(c)



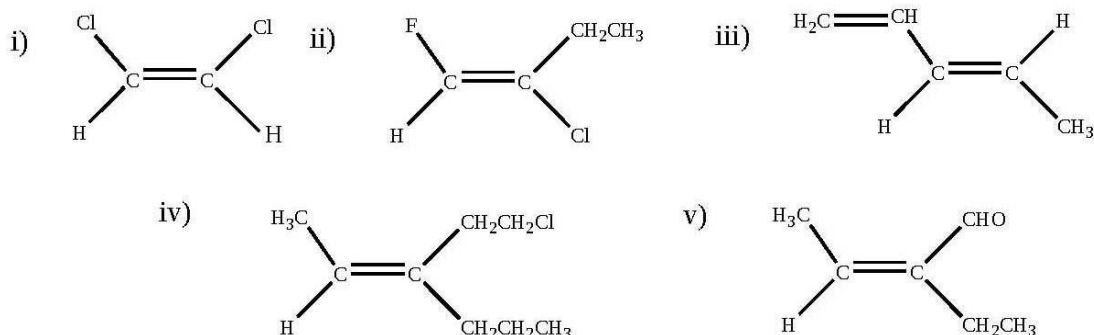
(d)



(e)

QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

1.32. Anomeneu els següents compostos d'acord amb el sistema de nomenclatura d'isòmers geomètrics (cis, trans o Z, E):



1.33. Donats els següents compostos, indiqueu els que existeixen com a isòmers geomètrics:

1-butè; 2-metilpropè; 2-hepteno; 2-metil-2-heptè; 1-cloro-1-butè; 1,1-dicloro-1-butè.

1.34. Representar els següents isòmers geomètrics indicant la seva configuració si es necessari:

Z-2-butè; Z-2-cloro-2-butè; E-3-metil-3-hexè; Z,Z-2,4-hexadiè; E,Z-2,4-hexadiè; ciclohexè; 1-clorociclohexè; E,E-1,5-ciclooctadiè

1.35. Existeixen set ciclobutans isòmers de fórmula molecular C_6H_{12} , dos dels quals, **A1** i **A2**, són òpticament actius.

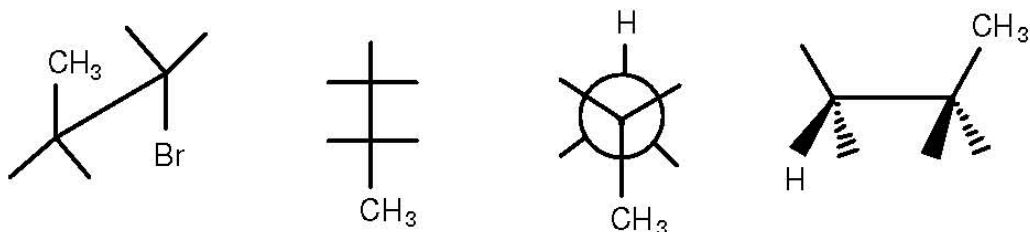
- Doneu les fórmules estructurals d'**A1** i **A2** i anomeneu-los tenint en compte la configuració dels carbonis asimètrics presents.
- Doneu les fórmules estructurals del parell de diastereòmers geomètrics no òpticament actius i anomenar-los tenint en compte la seva configuració.

1.36. Existeixen tretze compostos isòmers de fórmula molecular C_5H_{10} , entre els quals hi ha dues parelles d'isòmers geomètrics **A1**, **A2** i **B1**, **B2**. Els compostos **A1** i **A2** tenen punts d'ebullició de 35 °C i 38 °C, respectivament, i el compost **B1** és òpticament inactiu.

- Doneu les fórmules estructurals dels isòmers A1 i A2 i anomeneu-los tenint en compte la seva configuració.
- Doneu la fórmula estructural de B1 i dels dos enantiòmers B2 i anomeneu-los tenint en compte la seva configuració.

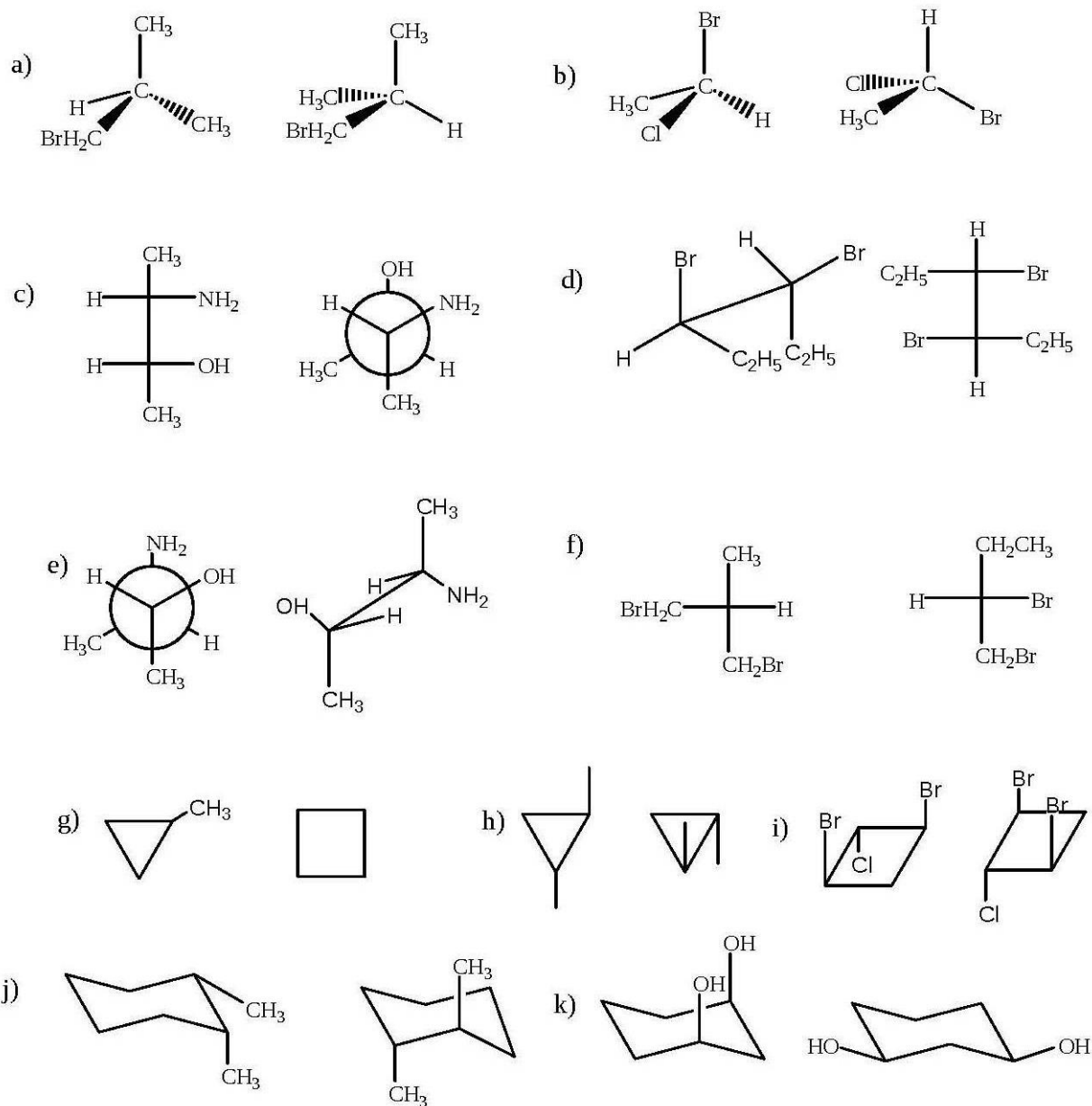
1.37. Donat el compost 3-brom-4-hidroxipentanal, representeu els següents estereoisòmers utilitzant els models a sota i incorporan-ne els àtoms (o grup d'àtoms) que hi falten:

- 3S, 4R (perspectiva)
- 3R, 4R (Fischer)
- 3S, 4S (Newman)
- 3R, 4S (cunyes)

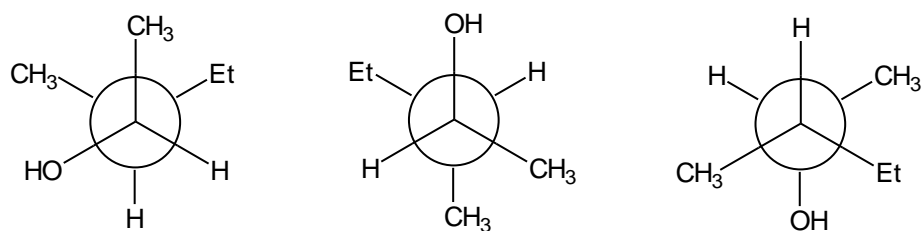


QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

1.38. Donades els següents parells d'estructures, indiqueu si es tracta d'isòmers constitucionals, enantiòmers, diastereoisòmers o molècules idèntiques:

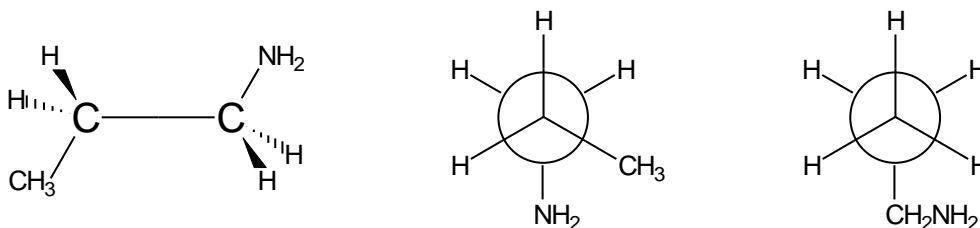


1.39. Indiqueu si les tres projeccions de Newman que segueixen a continuació corresponen o no a la mateixa molècula:



QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

1.40. Demostreu que aquestes tres representacions corresponen a la mateixa molècula:



1.41. Representeu la conformació alternada de la projecció de Newman dels compostos següents en els que es dur el gir del enllaç senzill σ en cada cas.

- àcid 3-hidroxiopropanoic (gir de 360° entre carbonis C2-C3).
- 1-brombutà (gir de 360° entre carbonis C2-C3).

1.42. Les energies d'interacció H-H, H-Me en disposició eclipsada són 1.0 i 1.4 kcal/mol, respectivament.

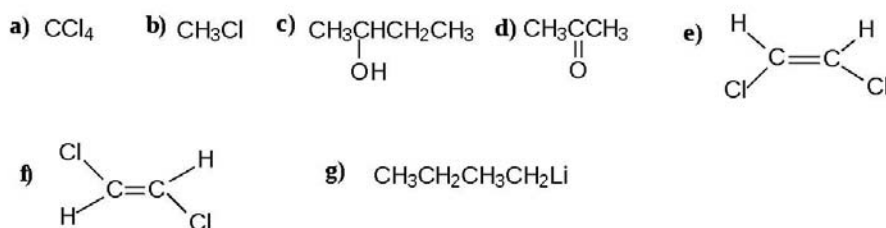
- Representeu la corba d'energia conformacional per al isobutà per a tot l'interval de rotació de l'enllaç C1-C2.
- Dibuixeu les projeccions de Newman per als confòrmers de l'isobutà.
- Determineu l'energia de les barreres existents per la rotació del enllaç C1-C2 en el isobutà.

1.43. Les energies d'interacció H-H, H-Me y Me-Me en posició eclipsada són 1.0, 1.4 y 3.1 kcal/mol, respectivament.

- Representeu aproximadament la corba d'energia conformacional per al 2,3-dimetilbutà entre l'enllaç C2-C3 en el interval de rotació de $0-360^\circ$.
- Determineu l'energia dels màxims d'aquesta corba i las projeccions de Newman de las conformacions corresponents a aquests màxims.

Polaritat y reactivitat

1.44. Indiqueu la polaritat del enllaços de les següents molècules i la direcció del moment dipolar resultant en cada cas.



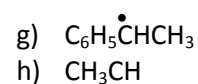
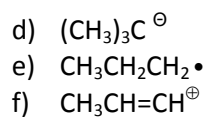
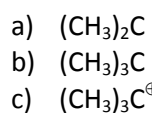
1.45. Els moments dipolars dels tres isòmers (*orto*-, *meta*- i *para*-) del diclorobenzè, mesurats en fase gasosa, son 0.00 , $5.74 \cdot 10^{-30}$ y $8.35 \cdot 10^{-30}$ C·m. Assenyaleu a cada isòmer el seu corresponent moment dipolar.

1.46. Expliqueu qualitativament per què l'enllaç C-F del fluorometà està més polaritzat que l'enllaç C-Br del bromometà i, en canvi, el moment dipolar del $\text{CH}_3\text{-F}$ es més petit que el del $\text{CH}_3\text{-Br}$.

Dades: Electronegativitats: C = 2.5, F = 4, Br = 2.8; distàncies d'enllaç: C-F: 0.138 nm, C-Br: 0.194 nm.

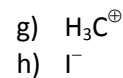
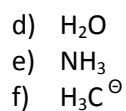
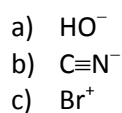
1.47. Classifiqueu les molècules següents com:

- 1) carbocatió,
- 2) carbanió,
- 3) radical,
- 4) carbens



1.48. Classifiqueu les molècules següents com:

- 1) nucleòlifles,
- 2) electròfiles



1.49. Dibuixeu una estructura tridimensional per a cadascun d'aquest intermediaris reactius:

- a) Catió al·lil ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2^\oplus$)
- b) Aniò ciclopropil
- c) Catió ciclopropil
- d) Aniò al·lil

Temas 2-3-4: Hidrocarburs

Propietats d'hidrocarburs

2.1. Donats els següents grups de substàncies, ordeneu els components de cada grup d'acord amb el criteri que s'indica:

- Punt d'ebullició: età, hexà, 2,3-dimetilbutà, 2,3-diclorobutà, 2,2,3-triiodobutà.
- Polaritat: hexà, Z-2-hexè, E-2-hexè, 2,2-dimetilpropà, 1-clorobutà.
- Densitat: età, butà, benzè, clorobenzè, o-diclorobenzè.

2.2. Donats els següents grups de substàncies, ordeneu els components de cada grup d'acord amb el criteri que s'indica:

- Punt d'ebullició: butà, octà, 2,2,3-trimetilpentà, 2,3-diclorobutà, 2,2,3,3-tetraiodobutà.
- Polaritat: benzè, m-diclorobenzè, p-diclorobenzè, o-diclorobenzè, ciclohexà, toluè.
- Densitat: propè, età, metilacetilè, octà, 2,2,3,3-tetrametilbutà, tetrabromoetà.

2.3. Justifiqueu les tendències, en quan al punt d'ebullició, que segueixen els alcans i cicloalcans. Poseu un exemple que ho corroboreu.

- Els punts d'ebullició augmenten alhora que ho fa la massa molar.
- A igual massa molar un hidrocarbur ramificat té inferior punt d'ebullició.
- Un cicloalcà té el punt d'ebullició més alt que el corresponent hidrocarbur lineal.

2.4. Justifiqueu les tendències, en quan al punt d'ebullició, que segueixen els diferents hidrocarburs. Poseu un exemple que ho corroboreu.

- Per una massa molar donada, els alcans tenen el punt d'ebullició inferior al de l'alcà corresponent.
- Per una massa molar donada, els alcans tenen el punt d'ebullició superior al de l'alquí corresponent.

Reaccions d'hidrocarburs: ALCANS

2.5. Les densitats dels hidrocarburs hexà i hexadecà són 0,659 i 0,775 g/cm³, respectivament. Se sap que la calor de combustió del CH₂ és 156 kcal/mol i el del CH₃ és 186 kcal/mol.

- Escriu les reaccions de combustió d'aquests dos hidrocarburs, degudament ajustades.
- Determineu l'energia calorífica de la combustió de cada un per mol, per kg i per litre.

2.6. La monocloració de l'isobutà genera una barreja de dos isòmers **A** i **B** de fórmula C₄H₉Cl en la proporció 2:1. Se sap que, en aquesta reacció, el carboni terciari és 4,5 vegades més reactiu que el primari.

- Escriu la reacció de cloració esmentada, degudament ajustada.
- Identifiqueu els dos isòmers **A** i **B**.
- Doneu les fórmules dels derivats diclorats que s'obtidrien en la monocloració de **A** i **B**.

2.7. La dibromació de l'età condueix a dos isòmers, **A** i **B**, de fórmula molecular C₂H₄Br₂ en la proporció 1:3,3. La monocloració de **A** genera un sol isòmer C₂H₃Br₂Cl, mentre que la de **B** produeix dos isòmers C₂H₃Br₂Cl.

- Escriu les reaccions assenyalades, degudament ajustades.
- Identifiqueu els compostos **A** i **B**.
- Quantifiqueu les reactivitats relatives dels carbonis del bromoetà.

QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

- 2.8.** La monocloració del 2,3-dimetilbutà condueix a una barreja de dos isòmers, **A** i **B**. Se sap que, en aquesta reacció, el carboni terciari és 4,5 vegades més reactiu que el primari.
- Escriuiu la reacció esmentada, degudament ajustada.
 - Determineu en quina proporció s'obtenen **A** i **B**.
 - Calculeu en quina proporció s'obtindrien **A** i **B** si la reactivitat de tots els carbonis del 2,3-dimetilbutà fos la mateixa.
- 2.9.** Per al 1,4-dimetilciclohexà:
- Formuleu els productes que es poden obtenir de la monocloració fotoquímica.
 - Calculeu la composició de la mescla si las velocitats relatives a C(1^o), C(2^o) i C(3^o) son 1.0; 3.3; 4.4, respectivament.
 - Dibuixeu la conformació més estable de l'1,4-dimetilciclohexà i justifiqueu la elecció.
- 2.10.** La monocloració del butà produeix tres isòmers, un dels quals (**A**) en quantitat doble que els altres dos.
- Escriuiu la reacció d'halogenació assenyalada.
 - Determineu les reactivitats relatives dels carbonis del butà.
 - Indiqueu tots els compostos que s'obtindrien en la monocloració de **A** assenyalant quin seria el majoritari (assumiu que la presència del Cl no altera la reactivitat relativa dels carbonis).
- 2.11.** La monocloració del 1,1-dimetilciclobutà genera una barreja de quatre productes.
- Doneu les estructures i noms dels quatre productes, tenint en compte la seva configuració quan sigui necessari.
 - Considerant que el carboni secundari és 3,8 vegades més reactiu que el primari, calculeu en quines proporcions es troben els quatre derivats monoclorats.
- 2.12.** Per al metilciclobutà:
- Indiqueu els derivats que s'obtenen mitjançant monocloració fotoquímica.
 - Determineu la proporció en la que s'obtindran si les velocitats relatives a C(1^o), C(2^o) i C(3^o) són 1.0; 3.3; 4.4, respectivament.
- 2.13.** Indiqueu els productes que són d'esperar de la monocloració fotoquímica del metilciclohexà. Calculeu la composició de la mescla en %, sabent que les velocitats relatives al C 1^o, 2^o y 3^o són 1.0: 3.3: 4.4, respectivament.
- 2.14.** Escriuiu les reaccions de monocloració dels compostos que s'indiquen assenyalant tots els isòmers que poden generar-se en cada cas.
- toluè
 - 1,1-dimetilciclobutà
 - p*-dimetilbenzè
- 2.15.** **A**, **B** i **C** son tres iodurs d'alquil dels quals **A** es òpticament actiu i **B** i **C** son isòmers. Quan **B** es tracta amb Na s'obté un hidrocarbur lineal de 6 àtoms de C. Si **A** es tracta amb Mg (éter) i aigua s'obté el mateix compost que resulta d'hidrogenar el 2-butè. Doneu les estructures de **A**, **B** i **C**.

Reaccions d'hidrocarburs: ALQUENS i ALQUINS

2.16. Les entalpies de combustió dels butens (C_4H_8), 1-butè, (*Z*)-2-butè i (*E*)-2-butè, són 649,8, 648,1 i 647,1 kcal/mol, respectivament. Se sap que la calor de combustió d'un CH_2 és 156 kcal/mol i d'un CH_3 , 186 kcal/mol. La calor de combustió experimental del benzè es 782 kcal/mol.

- Escriu la reacció de combustió per al C_4H_8 .
- Compareu l'estabilitat del doble enllaç del tres isòmers.
- Calculeu quina seria la calor de combustió del 1,4-pentadiè.
- Expliqueu l'estabilitat del benzè partint de la seva calor de combustió.

2.17. Formuleu els productes d'addició que són possibles en les reaccions que s'indiquen. Escriu per a cada cas la reacció degudament ajustada, considerant com a únic producte de reacció el producte majoritari.

- Addició d'aigua al 2-metil-1-pentè.
- Addició de HCl al propè.
- Hidrogenació de ciclohexè.
- Addició de Br_2 al metilacetilè.
- Addició de F_2 a l'isobutilè.

2.18. Formuleu els productes d'addició que són possibles en les reaccions que s'indiquen. Escriu per a cada cas la reacció degudament ajustada, considerant com a únic producte de reacció el producte majoritari.

- Addició de Cl_2 a l'isobutilè.
- Addició d'aigua al 1-metilciclohexè.
- Hidrogenació del 1,3-butadiè.
- Addició del HBr al 2-butí.
- Addició del HI al 2-fenilpropè.

2.19. Un compost **A** (C_4H_9Cl) tractat amb potasa alcohòlica proporciona **B** (C_4H_8). Quan **B** es sotmet a hidratació dona **C** ($C_4H_{10}O$), el qual mitjançant tractament amb àcid sulfúric calent proporciona **D** (C_4H_8) i **B**. Doneu les estructures i noms de **A** a **D**.

2.20. Doneu les estructures i nom dels productes de la reacció del 1-fenilpropè amb:

- H_2/Ni
- $Br_2(CCl_4)$
- HBr
- $HBr(h\nu)$
- $H_2O(H^+)$
- $KMnO_4$ fred i diluït
- O_3 seguit de $Zn(H^+)$

2.21. Formuleu els productes d'addició que són possibles en les reaccions que s'indiquen. Escriu per a cada cas la reacció degudament ajustada, considerant com a únic producte de reacció el producte majoritari.

- Addició d'aigua al fenilacetilè.
- Hidrogenació del vinilbenzè.
- Addició del I_2 al 3-fenilpropè.

QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

- d) Addició del HBr al 1-hexí.
e) Addició d'aigua al 1,4-pentadiè.

2.22. Representeu tots els estereoisòmers possibles que s'obtenen mitjançant l'addició al 3-brom-1-butè dels següents reactius, assignant la configuració dels centres quirals de l'apartat b):

- a) HBr b) H₂O (H⁺) c) H₂ d) Br₂

2.23. Escriviu i anomeu els productes que s'obtenen d'hidrogenar completament els següents compostos: 1,4- pentadiè, ciclopentadiè, 1,2- difeniletí, 4-metil-1-pentè i 2-fenilpropè.

2.24. A partir de propè, indiqueu com es pot obtenir:

- a) 1-propanol b) isopropanol c) clorur d'isopropil d) metilacetilè e) 1,2- dibromopropà

2.25. Dos compostos isòmers **A** i **B** posseeixen com a fórmula molecular C₈H₁₀O. Ambdós generen el mateix alquè **C** per deshidratació, pero només **A** produeix fenilmetilcetona per oxidació.

- a) Indiqueu la fórmula molecular de **A** i **B** i anomeu-los adequadament.
b) Formuleu i anomeu el producte de la oxidació enèrgica de **B**.
c) Formuleu i anomeu els productes de la ozonòlisis de **C** seguida de tractament amb Zn (H⁺).

Conformacions de cicloalcans i reactivitat

2.26. Per al compost 1,3-diclorociclohexà:

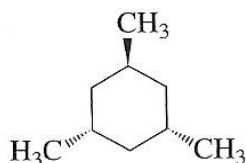
- a) Representeu els equilibris conformacionals dels isòmers geomètrics *cis* i *trans*.
b) Indiqueu els enllaços axials i equatorials del isòmer més estable.

2.27. Indiqueu la conformació més estable en el següent compost:



2.28. Dibuixeu les conformacions eclipsades i alternades per al 1,2-dicloroetà i construïu de manera aproximada la seva corba d'energia conformacional en funció de l'angle de rotació C-C.

2.29. Representeu la conformació més estable del següent derivat del ciclohexà (1,3,5-trimetilciclohexà):



2.30. Donat el compost *cis*-1,4-dimetilciclohexà, dibuixeu la seva imatge especular i raoneu:

- a) Si són superponibles
b) Si son interconvertibles

2.31. Indicar el isómero más estable de las siguientes parejas de compuestos

- a) *cis* o *trans*-1,2-dimetilciclohexà
b) *cis* o *trans*-1,3-dimetilciclohexà
c) *cis* o *trans*-1,4-dimetilciclohexà

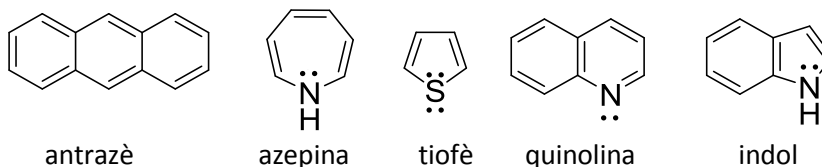
QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

2.32. Donat el compost 1,1,3-trimetilciclohexà:

- Representeu els seus confòrmers sella i indiqueu raonadament quin dels dos és més estable.
- Si l'energia d'interacció H-H axial és 1.0 kcal/mol, la H.Me axial 2.0 kcal/mol i la Me-Me 4.6 kcal/mol, determineu la diferència d'energia entre els dos confòrmers.

Aromaticitat i reaccions de compostos aromàtics

2.33. Senyaleu si les següents molècules (antrazè, azepina, tiofè, quinolina i indol) son aromàtiques, justificant la resposta:



2.34. Senyaleu quals dels compostos següents presenten aromaticitat d'acord amb la regla de Hückel:

- ciclopentadiè, catió ciclopentadienil, anió ciclopentadienil.
- benzè, catió fenil, anió fenil.
- cicloheptatriè, catió cicloheptatrienil, anió cicloheptatrienil.
- ciclooctatetraè, catió ciclooctatetraenil, anió ciclooctatrienil.

2.35. Donats els compostos metilbenzè, ciclobutadiè i ciclohexè:

- Assenyaleu quins són aromàtics.
- Escriuiu la reacció de cada un amb $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$.

2.36. A partir de benzè i/o toluè i utilitzant els reactius necessaris, indiqueu la ruta de síntesis dels següents compostos:

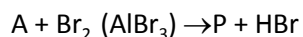
- p*-nitrotoluè
- p*-bromonitrobenzè
- àcid *m*-bromobenzenosulfònic
- p*-diclorobenzè
- àcid *m*-bromobenzoic
- 1,3,5-trinitrobenzè

2.37. Indiqueu els productes de la reacció obtinguts al tractar el *n*-propilbenzè amb:

- H_2 (1 atm i 25 °C)
- KMnO_4 (concentrado) i calor (Δ)
- Br_2/Fe
- $\text{Cl}_2(h\nu)$
- HCl (aq)

2.38. Un compost **A** (C_7H_8) de caràcter aromàtic produeix en la seva oxidació **B**, el qual quan es monocloro dona el producte **C** ($\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Cl}$). Determineu les estructures de **A**, **B** i **C**.

2.39. Escriuiu la reacció de bromació electròfila aromàtica dels següents derivats dels benzè, indiqueu els isòmers més probables i la velocitat de reacció:



A: benzè, toluè, fenil metil èter, bromobenzè, àcid benzoic, nitrobenzè.

2.40. Escriviu els productes resultants de las següents reaccions:

- a) toluè + KMnO_4
- b) toluè + $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$
- c) nitrobenzè + H_2SO_4

2.41. Quan un trimetilbenzè A s'oxida amb àcid nítric diluït s'obté un producte B que conté un 60,0% de carboni, un 4,44% d'hidrogen i un 35,56% d'oxigen, i per al qual són possibles tres derivats monobromats. Sabent que el compost de partida només pot tenir dos derivats mononitrats, doneu les estructures d'A i B.

2.42. Indiqueu quines reaccions i en quin ordre cal realitzar-les per obtenir els següents compostos a partir del benzè:

- a) 3-bromo-nitrobenzè
- b) 4-bromo-nitrobenzè
- c) àcid 4-dodecilbensensulfònic (detergent)
- d) fenilamina
- e) àcid benzoic

Temas 5-6: Compostos oxigenats

Propietats de compostos oxigenats

3.1. Donats els següents grups de substàncies, ordeneu els components de cada grup d'acord amb el criteri que s'indica:

- a) Solubilitat en aigua: 1-butanol, decanol, etandiol, ciclobutanol, difenilèter.
- b) Punt d'ebullició: fenilmetilèter, alcohol benzílic, diisopropilèter, difenilmetanol.
- c) Caràcter àcid: aigua, propanol, *p*-nitrofenol, *p*-metilfenol, dibenzilèter.

3.2. Donats els següents grups de substàncies, ordeneu els components de cada grup d'acord amb el criteri que s'indica:

- a) Solubilitat en aigua: trifenilmetanol, 2,4-octandiol, octanol, 1,2,3-propantriol.
- b) Punt d'ebullició: metanol, dimetilèter, octanol, diisobutilèter, trifenilmetanol.
- c) Caràcter àcid: etanol, terc-butanol, dimetilèter, *p*-clorofenol, *p*-etoxifenol.

3.3. Donats els següents grups de substàncies, ordeneu els components de cada grup d'acord amb el criteri que s'indica:

- a) Solubilitat en aigua: àcid benzoic, àcid butandioic, 2-heptanona, benzoat de dodecil.
- b) Punt d'ebullició: àcid pentandioic, propanoat de metil, heptanal, àcid 1,3,5-benzentriacarboxílic.
- c) Caràcter àcid: àcid propanoic, àcid 2-cloropropanoic, àcid 3-cloropropanoic, àcid tricloroacètic.

3.4. Ordeneu els següents compostos en funció de la seva acidesa: àcid acètic, àcid cloroacètic, àcid bromoacètic, àcid propanoic, àcid dimetilpropanoic.

3.5. Pels compostos que segueixen a continuació: clorur d'acetil; àcid acètic; acetat de metil i propanamida:

- a) Assenyalat els moments dipolars parcials sobre l'estructura dibuixada.
- b) Compara la polaritat del teu compost amb la del propanal. Justifica la resposta.
- c) Analitza l'estructura dels compostos carbonílics que has dibuixat en la a), i digues quines forces intermoleculars actuaran entre les seves molècules.

3.6.

- a) És previsible que un àcid carboxílic tingui el punt d'ebullició més alt que un alcohol de massa molar semblant. Justifiqueu la resposta i mostreu un exemple que ho posi de manifest.
- b) Explica per què els esters i les amides, de pocs àtoms de carbonis, sovint s'utilitzen com a solvents.

Reaccions de compostos oxigenats

3.7. Escriviu les reaccions que s'indiquen, anomenant els isòmers que resulten en cada cas i assenyalant el que es produeix en una proporció més gran.

- a) Deshidratació intermolecular del 1-butanol.
- b) Hidratació de l'1-butè seguida de deshidratació.
- c) Deshidratació del 2-metilciclohexanol.
- d) Deshidratació del 2-feniletanol seguida d'hidratació.

QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

3.8. Escriviu les reaccions que s'indiquen, anomenant els isòmers que resulten en cada cas i assenyalant quin és el que es produeix amb més rendiment.

- Deshidratació 2,3-dimetil-2-butanol.
- Hidratació del 1,5-hexadiè seguida de deshidratació.
- Deshidratació-ciclació del 1,4-butandiol.
- Deshidratació del 3-fenilpropanol seguida d'hidratació.

3.9. Completeu les reaccions indicant tots els reactius que hi participen i ajustant-les correctament:

- acetat de fenil amb hidròxid sòdic aquós;
- àcid benzoic amb trietilamina;
- N,N*-dimetilacetamida amb àcid clorhídric diluït;
- àcid butàdioic amb alcohol benzílic.

3.10. Completeu les reaccions indicant tots els reactius que hi participen i ajustant-les correctament:

- propanoat de sec-butil amb àcid clorhídric diluït;
- àcid butàdioic amb etanol;
- àcid acètic amb 1,2-etanodiol
- p*-diaminobenzè amb àcid fòrmic.

3.11. Escriviu les reaccions d'oxidació amb oxigen, degudament ajustades:

- butanol → butanal
- etanol → àcid acètic
- 1-feniletanol → fenil metil cetona

3.12.

- Dos alcohols **A** i **B** tenen la mateixa fórmula molecular C_4H_8O . El compost **A** és òpticament actiu i el compost **B** és un alcohol primari que presenta isomeria geomètrica, doneu les seves fórmules i anomeneu-los. Escriviu la reacció amb aigua i H^+ de l'enantiòmer R del compost **A**, indiqueu els productes obtinguts donant la seva configuració, assenyalau el que no és òpticament actiu i justifiqueu per què.
- L'isòmer geomètric *E* del compost **B** reacciona amb l'àcid *o*-metil benzoic, escriviu la reacció corresponent.

3.13. Una substància **A** de fórmula molecular $C_9H_{19}ON$, en ser hidrolitzada, dona dos compostos, **B** i **C**. El compost **B** és l'amina que s'obté en la hidrogenació del butannitril. El compost **C** és un àcid carboxílic òpticament actiu. Formuleu els compostos **A**, **B** i **C**.

QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

3.14. Un compost **C** de fórmula $C_{10}H_{11}NO$, en hidrolitzar-se, dona **A** i **B**. El compost **A** és un àcid orgànic de fórmula $C_3H_4O_2$. **B** és un compost nitrogenat aromàtic de caràcter bàsic disubstituit per al qual a la monosubstitució aromàtica són possibles dos isòmers de posició. Doneu les estructures dels compostos **A**, **B** i **C**.

3.15. Un derivat aromàtic **A** ($M = 166$ g/mol) té caràcter àcid i conté un 57,83 % de **C** i 3,61 % de H. Quan es monobroma, dona 2 isòmers de posició. Quan es fa reaccionar amb metanol s'obté un compost **B**, que en ser monobromat produeix quatre isòmers diferents. Determineu quins compostos són **A** i **B**.

3.16. Escriviu les reaccions, degudament ajustades, que s'han de realitzar per efectuar les transformacions que s'indiquen a continuació:

- ciclohexanol \rightarrow ciclohexanona
- metanol \rightarrow diòxid de carboni i aigua
- 2-propanol \rightarrow acetona
- alcohol benzílic \rightarrow àcid benzoic

3.17. La fórmula molecular de dos hidrocarburs isòmers **A** i **B** és C_7H_{14} . L'oxidació enèrgica amb permanganat potàssic de **A** dona butanona més àcid propanoic i la de **B** dona àcid 4-metilpentanoic juntament amb un despreniment gasós.

- Escriuiu les fórmules de **A** i **B** i anomenau-les correctament.
- Digueu els compostos obtinguts a partir de **A** i **B** si es tracten amb H_2O (H^+).

3.18. Un compost **A** de pes molecular 162 g/mol, conté un 74% de carboni, un 6,2 % d'hidrogen i un 19,8 % d'oxigen. Quan aquest compost es sotmet a hidròlisi s'obté **B** i **C**. El compost **B** és aromàtic i quan s'oxida condueix a àcid *p*-hidroxibenzoic. Per altre banda, quan l'acetaldehid (etanal) reacciona amb HCN s'obté un producte que quan es sotmet a hidròlisi àcida i a continuació es deshidrata condueix a **C**. Doneu les fórmules estructurals de **A**, **B** i **C**.

3.19. Escriviu les reaccions que s'han de dur a terme per efectuar les transformacions següents:

- 1-butanol \rightarrow 2-butanol
- etanol \rightarrow anhidrid etanoic (acètic)
- etanal \rightarrow etanoat d'etil
- 1-butè \rightarrow butanona
- 2-propanol \rightarrow àcid 2-metil-2-hidroxiopropanoic

3.20. Indiqueu el resultat de l'oxidació amb MnO_4^- dels següents compostos:

- fenol i fenil metanol (alcohol benzílic)
- 2-feniletanol
- 2-propanol (alcohol isopropílic)
- 2-metil-2-propanol (alcohol *tert*-butílic)

QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

3.21. Formuleu el producte principal **P** que s'obté quan es fa passar 1 mol de HCN per una mescla de 1 mol de difenil cetona i 1 mol de 3-metilbutanona i justifiqueu la resposta. Digueu quin compost, **Q**, s'obté quan **P** es sotmet a hidròlisi àcida i a continuació es deshidrata.

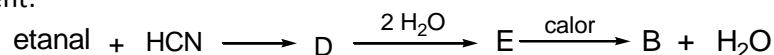
3.22. Completeu les següents reaccions formulant reactius i productes.

- N*-etilpropanamida + H₂O →
- àcid 2-butenoic + *N,N*-dimetilamina →
- clorur de propanoil + metanol →
- hidratació del 2-metil-2-butè →

3.23. Completeu les següents reaccions formulant reactius i productes.

- àcid *m*-nitrobenzensulfònic + Br₂/FeBr₃ →
- p*-nitrometòxibenzè + clorometà/AlCl₃ →
- butanoat de ciclohexil + H₂O →
- fenil metil cetona + clorur d'etanoil/AlCl₃ →

3.24. Un compost orgànic **A** de fórmula C₁₀H₁₁NO s'hidrolitza donant **B** i **C**. El compost **B** es pot preparar segons l'esquema següent:

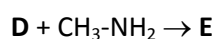
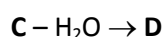
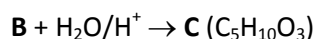


C és un derivat aromàtic bàsic que genera dos isòmers quan es sotmet a monobromació. Doneu les fórmules **A** i **C**, formulant les reaccions.

3.25. Formuleu, completant les reaccions següents:

- diclorur de butanoil + metilamina →
- àcid etanoic (acètic) + trimetilamina →
- N*-fenilbenzamida (benzanilida) + hidròxid sòdic aquós →
- N,N*-dimetiletanamida + àcid clorhídric →
- propàdinitril + hidrogen (amb catalitzador) →

3.26. L'oxidació de 2-butanol condueix a un producte **A** (C₄H₈O). Considerant el esquema de reaccions següent, doneu les fórmules estructurals dels compostos **A**, **B**, **C**, **D** i **E**.

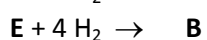
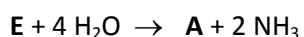
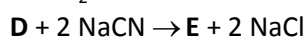
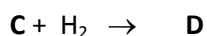
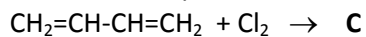


QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

3.27. Un compost orgànic **A**, de pes molecular 190 g/mol, té un 75,78% de carboni i un 7,36% d'hidrogen (la resta és oxigen). Quan aquest compost es sotmet a hidròlisi s'obté **B** i **C**. **B** és un àcid que en l'oxidació degradativa produeix quantitats equimoleculares d'àcid etandioic i àcid etanoic (acètic). Per la seva part, **C** s'oxida i dóna un diàcid aromàtic que en la monosubstitució electrofíllica només pot generar un únic isòmer en la posició. Determineu les fórmules de **A**, **B** i **C**.

3.28. El niló 66 es una poliamida que es prepara per policondensació del compost **A** amb **B**. La síntesi industrial d' **A** i **B** parteixi del butadiè i es du a terme segons les etapes de síntesi següents:



Doneu les estructures dels compostos d'**A** a **E**.

Tema 7: Compostos nitrogenats

Propietats del compostos nitrogenats

4.1. Donats els següents grups de substàncies, ordeneu els components de cada grup d'acord amb el criteri que s'indica:

- Solubilitat en aigua: butilamina, octannitril, 1,4-butandiamina, *N,N*-dimetilacetamida
- Punt d'ebullició: trifenilamina, hexilamina, 2,2-dimetilbutanamida, acetonitrilo.
- Caràcter bàsic: amoniàc, propilamina, dietilamina, fenilamina, difenilamina.

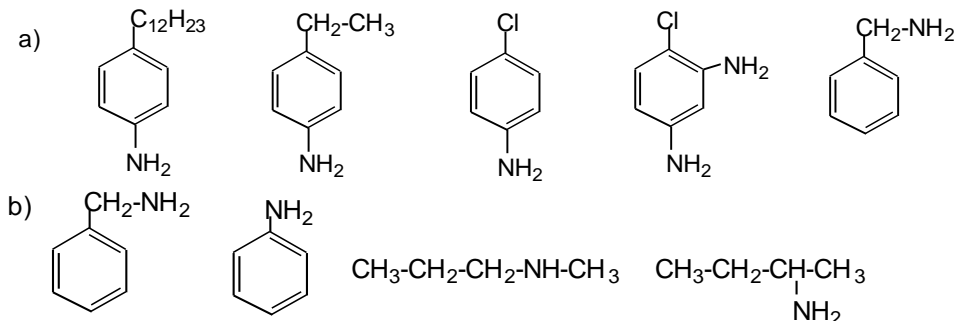
4.2. Per a les amines següents justifiqueu:

- Mitjançant l'efecte ressonant, el menor caràcter bàsic de la fenilamina (anilina) respecte a les amines no aromàtiques (alifàtiques).
- Mitjançant l'efecte inductiu, la major basicitat de la dipropilamina respecte a l'hexilamina.

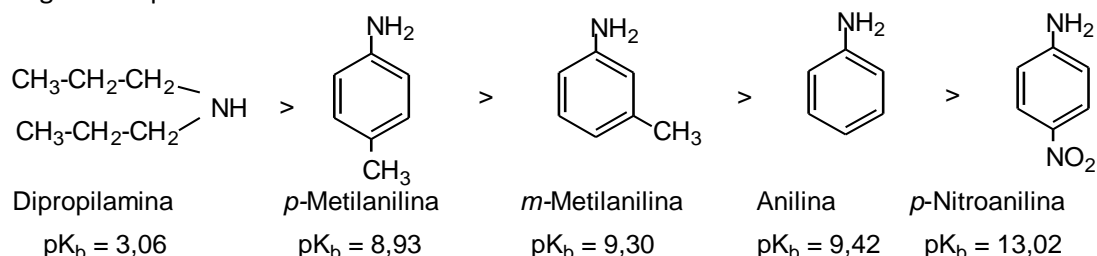
4.3. Ordeneu de menor a major caràcter bàsic, justificant la resposta, els compostos següents:

- amoníac, propil amina, dietilamina, fenil amina i difenilamina.
- dimetilamina, *o*-metil anilina, etilisopropilamina, amoniàc i hexil amina.
- trietilamina, *m*-nitroanilina, *m*-metoxi anilina i etil metilamina.
- hexanamida, hexà, piridina, hexilamina, difenil èter.

4.4. Ordeneu de menor a major caràcter bàsic, justificant la resposta, els compostos següents:



4.5. Justifiqueu per l'efecte ressonant o bé l'efecte inductiu, segons correspongui, la basicitat que s'indica en el següent esquema:



Reaccions dels compostos nitrogenats

4.6. Completeu les reaccions següents, indicant els reactius que participen en elles i ajustant-les correctament.

- etilamina amb iodur de fenil.
- àcid butandiòic amb dos mols d'amoníac.

QUÍMICA ORGÀNICA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

- c) *N,N*-dietilacetamida amb aigua i H^+ (hidratació en medi àcid).
d) *N*-isopropilbutanamida amb aigua i OH^- (hidratació en medi bàsic).

4.7. Escriviu les reaccions que s'han de portar a terme, amb els reactius que es necessitin, per efectuar les transformacions que s'indiquen a continuació:

- a) $CH_3-CH_2-CH_2-Br + CN^- \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$
b) $CH_3-C\equiv N \rightarrow CH_3-COOH$
c) $CH_3-CH_2-COOH \rightarrow CH_3-CH_2-CONH_2$

4.8. Completeu les reaccions formulant els reactius i els productes obtinguts.

- a) clorur de l'àcid benzoic + metilamina \rightarrow
b) cianur d'isopropil + $2H_2 \rightarrow$
c) *N,N*-dietilbenzamida + NaOH \rightarrow

4.9. Escriviu les reaccions que s'han de portar a terme, amb els reactius que es necessitin, per a efectuar les transformacions que s'indiquen a continuació:

- a) Obtenció de nitrobenzè a partir de benzè.
b) Obtenció de la *N*-fenilformamida a partir de l'àcid fòrmic (metanoic).
c) Obtenció del *p*-nitrotoluen a partir del toluè (metilbenzè).

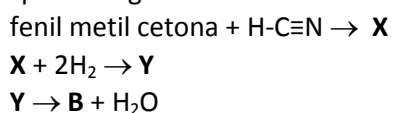
4.10. Completeu les reaccions següents formulant els reactius i els productes que s'obtinguin.

- a) propandinitril + $H_2(g) / Pt(s) \rightarrow$
b) toluè (metilbenzè) + $Br_2 (hv) \rightarrow X$ $X + C\equiv N^- \rightarrow$
c) àcid 2-butenoic + $CH_3-NH-CH_3 \rightarrow$
d) butanal + $H-C\equiv N + H_2O (H^+) \rightarrow$

4.11. El compost **A** ($C_4H_{11}N$) és una amina òpticament activa. El compost **B** ($C_8H_8O_2$) és àcid i per substitució aromàtica pot donar dos isòmers constitucionals. La reacció entre **A** i **B** condueix al compost **C** de fórmula $C_{12}H_{17}NO$.

- a) Escriviu la reacció igualada, indicant les fórmules d' **A**, **B** i **C**.
b) Formuleu el compost **D** resultat de l'oxidació de **B**, escriviu i igualeu la reacció de **D** amb excés de 2-propanol.

4.12. Un compost **A** de fórmula $C_{17}H_{17}NO$ s'hidrolitza donant **B** i **C**. El compost **B** es pot preparar segons l'esquema següent:



El compost **C** és un àcid aromàtic que per mono cloració aromàtica genera dos isòmers de posició. Doneu les estructures d' **A**, **B** i **C**.

4.13. Un compost **A** (205 g/mol) té el següent anàlisi elemental: 76,1% C, 9,3% H i 6,8% N. Quan **A** s'hidrolitza dona **B** i **C**. El **B** ($C_5H_{13}N$) és una amina secundària òpticament activa. **C** és un àcid carboxílic aromàtic que per substitució aromàtica pot donar dos isòmers constitucionals.

- a) Doneu l'estructura de **A**, **B** i **C** i escriviu la reacció ajustada de la hidròlisi.
b) Si el compost **C** reacciona amb el producte resultant de la hidratació del 2-metil-2-butè s'obté **D**. Doneu l'estructura de **D** i anomenau-lo.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

APÉNDICES



QUÍMICA ORGÀNICA GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

The McGraw-Hill Companies

Tabla periódica de los elementos

Periodo	Grupo																18	
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 1,00797 1 H Hidrógeno	2 4,0026 2 He Helio																
2	3 6,941 3 Li Litio	4 9,0122 4 Be Berilio	5 10,811 5 B Boro	6 12,01115 6 C Carbono	7 14,0067 7 N Nitrógeno	8 15,9994 8 O Oxígeno	9 18,9984 9 F Flúor	10 20,179 10 Ne Neón										
3	11 22,98977 11 Na Sodio	12 24,305 12 Mg Magnesio	13 26,9815 13 Al Aluminio	14 28,086 14 Si Silicio	15 30,9738 15 P Fósforo	16 32,06 16 S Azufre	17 35,453 17 Cl Cloro	18 39,948 18 Ar Argón										
4	19 39,098 19 K Potasio	20 40,08 20 Ca Calcio	21 44,956 21 Sc Escandio	22 47,90 22 Ti Titanio	23 50,942 23 V Vanadio	24 51,996 24 Cr Cromo	25 54,938 25 Mn Manganeso	26 55,847 26 Fe Hierro	27 58,93 27 Co Cobalto	28 58,71 28 Ni Níquel	29 63,54 29 Cu Cobre	30 65,37 30 Zn Zinc	31 69,72 31 Ga Galio	32 72,59 32 Ge Germanio	33 74,922 33 As Arsénico	34 78,96 34 Se Selenio	35 79,909 35 Br Bromo	36 83,80 36 Kr Cripton
5	37 85,47 37 Rb Rubidio	38 87,62 38 Sr Estroncio	39 88,906 39 Y Itrio	40 91,22 40 Zr Zirconio	41 92,906 41 Nb Niobio	42 95,94 42 Mo Molibdeno	43 97,9 43 Tc Tecnecio	44 101,07 44 Ru Rutenio	45 102,905 45 Rh Rodio	46 106,4 46 Pd Paladio	47 107,87 47 Ag Plata	48 112,40 48 Cd Cadmio	49 114,82 49 In Indio	50 118,69 50 Sn Estañio	51 121,75 51 Sb Antimonio	52 127,60 52 Te Teluro	53 126,904 53 I Yodo	54 131,30 54 Xe Xenón
6	55 132,905 55 Cs Cesio	56 137,34 56 Ba Bario	57 138,91 57 La Lantano	72 178,49 72 Hf Hafnio	73 180,948 73 Ta Tántalo	74 183,85 74 W Volframio	75 186,2 75 Re Renio	76 190,2 76 Os Osmio	77 192,2 77 Ir Iridio	78 195,09 78 Pt Platino	79 196,967 79 Au Oro	80 200,59 80 Hg Mercurio	81 204,37 81 Tl Talio	82 207,19 82 Pb Plomo	83 208,980 83 Bi Bismuto	84 210 84 Po Polonio	85 210 85 At Astatino	86 222 86 Rn Radón
7	87 223,1 87 Fr Francio	88 226 88 Ra Radio	89 227 89 Ac Actinio	104 261 104 Rf Rutherfordio	105 262 105 Db Dubnio	106 263 106 Sg Seaborgio	107 262 107 Bh Bohrio	108 265 108 Hs Hassio	109 266 109 Mt Meitnerio	110 269 110 Uun Ununnilio	111 272 111 Uuu Ununnilio	112 277 112 Uub Ununbio	114 285 114 Uuq Ununquadio	116 289 116 Uuh Ununhexio	118 293 118 Uuo Ununocio			

Diagrama de un elemento (Hidrógeno) con sus propiedades:

- Número atómico: 1
- Punto de ebullición °C: -252,7
- Punto de Fusión °C: -259,2
- Densidad (g/ml): 0,071
- Peso atómico: 1,00797
- Valencia: 1
- Simbolo: H
- Estructura atómica: 1s¹
- Nombre: Hidrógeno

Lantánidos

Actínidos

6	58 140,12 3488 795 6,77 Ce Cerio	59 140,907 3127 935 6,77 Pr Praseodimio	60 144,24 3027 1024 7,03 Nd Neodimio	61 147 (1027) 1072 7,54 Pm Promecio	62 150,35 1900 1072 7,54 Sm Samario	63 151,96 1439 828 7,89 Eu Europio	64 157,25 3000 1312 7,89 Gd Gadolinio	65 158,924 2809 1295 8,54 Tb Terbio	66 162,50 2800 1467 8,54 Dy Disprosio	67 164,930 2909 1497 8,54 Ho Holmio	68 167,26 2909 1545 8,54 Er Erbio	69 168,934 1727 1497 8,54 Tm Tulio	70 173,04 1427 824 8,84 Yb Iterbio	71 174,97 3327 1652 8,84 Lu Lutecio
7	90 232,038 3850 1750 11,7 Th Torio	91 232,038 (1230) 3818 15,4 Pa Protactinio	92 238,03 3127 1132 19,8 U Uranio	93 237 637 19,8 Np Neptunio	94 242 3235 640 11,7 Pu Plutonio	95 243 3,4,5,0 11,7 Am Americio	96 247 3,4,5,0 11,7 Cm Curio	97 247 3,4 Bk Berkelio	98 251 3,4 Cf Californio	99 254 3,4 Es Einsteinio	100 257 3,4 Fm Fermio	101 258 3,4 Md Mendelevio	102 259 3,4 No Nobelio	103 262 3,4 Lr Laurencio

Notas:

- Metales
- Metaloides
- No metales
- Gases nobles

(1) Base en peso atómico carbono de 12 () indica el más estable o el de isótopo más conocido.

2. REPRESENTACIONES DE LAS MOLÉCULAS ORGÀNICAS

Formes de representació pel 2-bromobutà

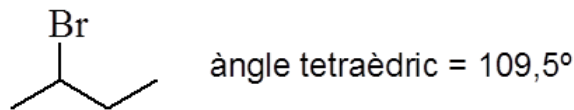
- Fórmula molecular C_4H_9Br - Fórmula empírica C_4H_9Br

- Fórmula d'esquelet o de cadena $CH_3-CHBr-CH_2-CH_3$

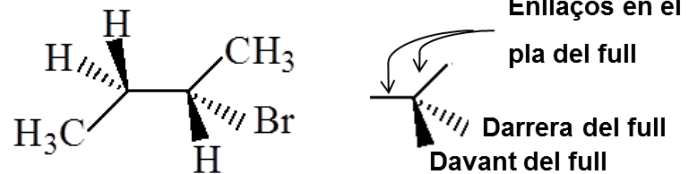
- Fórmula de Lewis

$$\begin{array}{cccc}
 & H & | & Br & | & H & & H \\
 & | & & & & | & & | \\
 H & - & C & - & C & - & C & - & C & - & H \\
 & | & & & & | & & | \\
 & H & & & & H & & H
 \end{array}$$

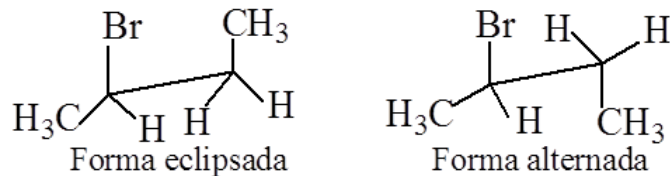
- Fórmula en línies



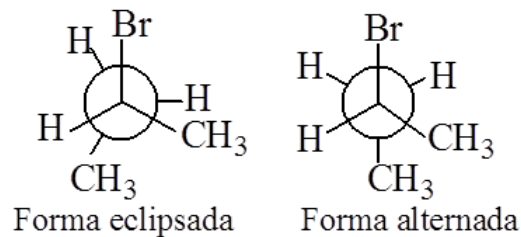
- Fórmula en cunyes



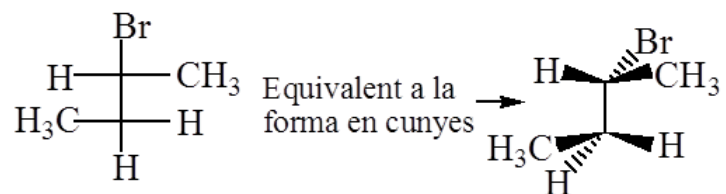
- Fórmula en perspectiva



- Projecció de Newman

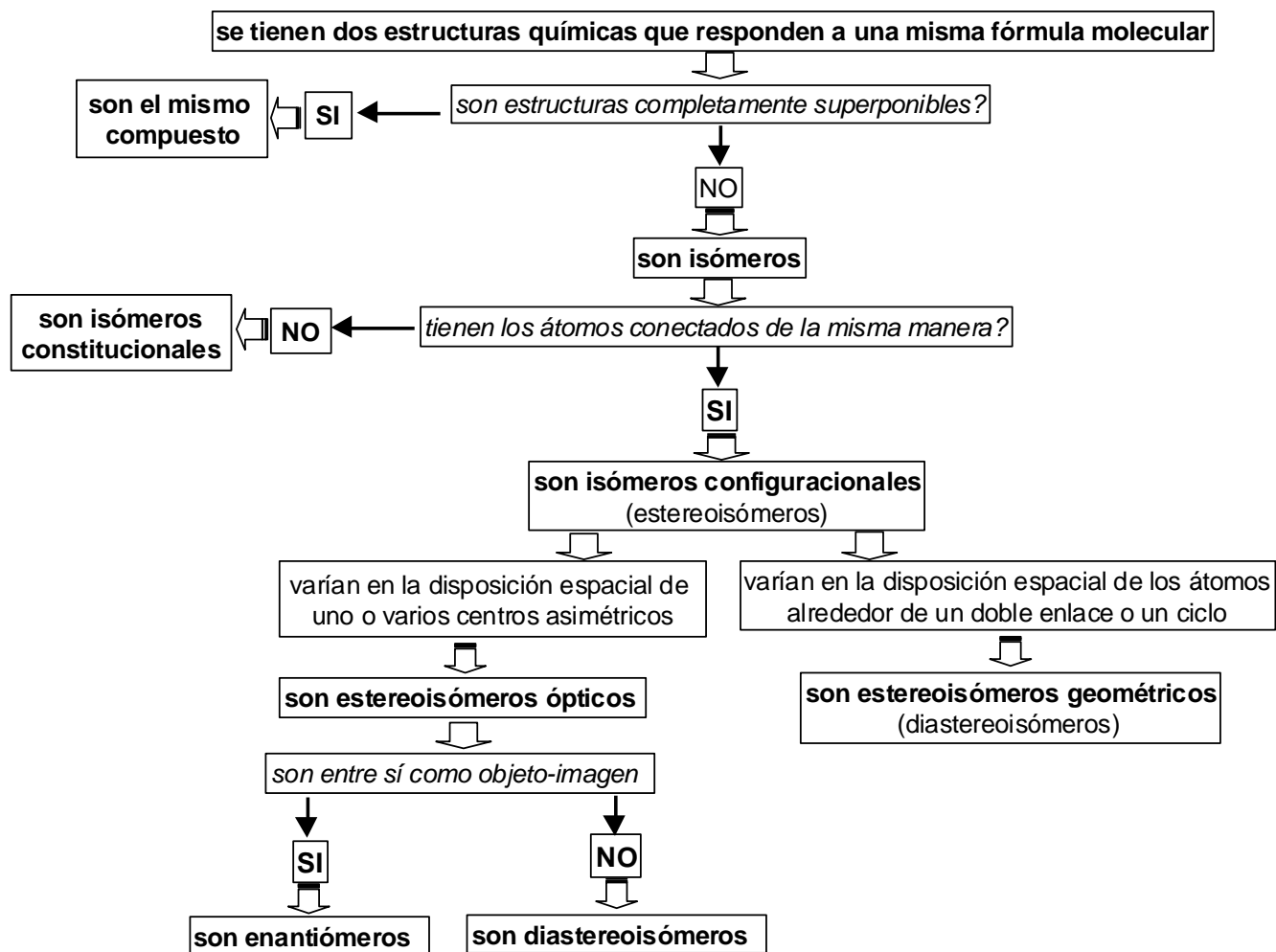


- Projecció de Fischer



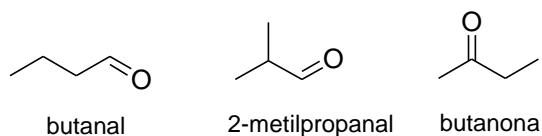
QUÍMICA ORGÀNICA
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (EEBE)

3. ISOMERÍA

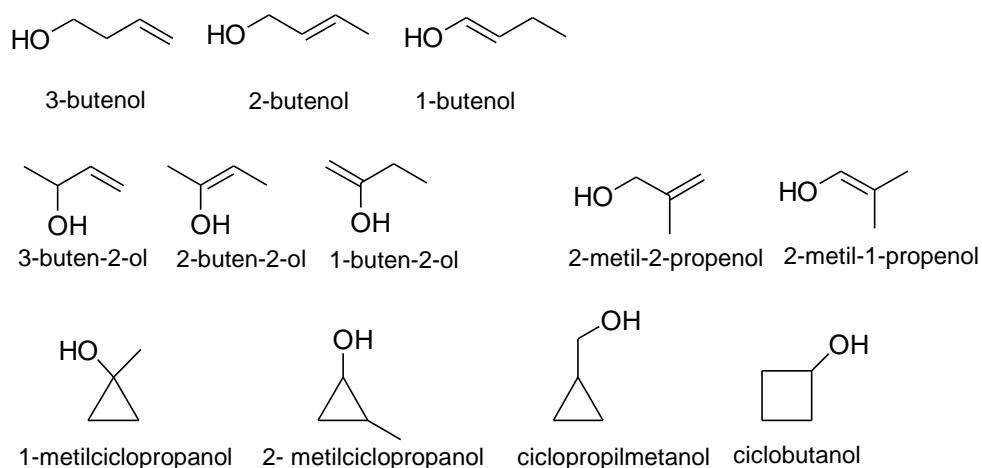


Isòmers constitucionals de C_4H_8O

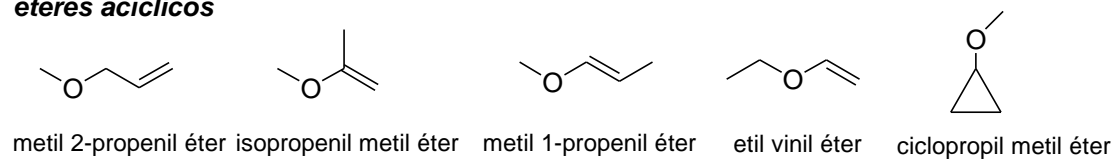
carbonílics



alcoholes



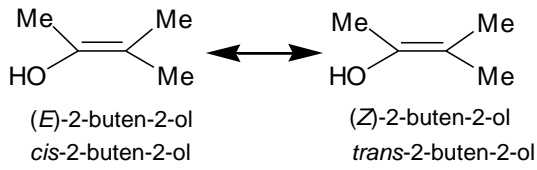
éters acíclics



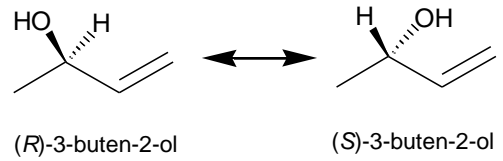
éters cíclics



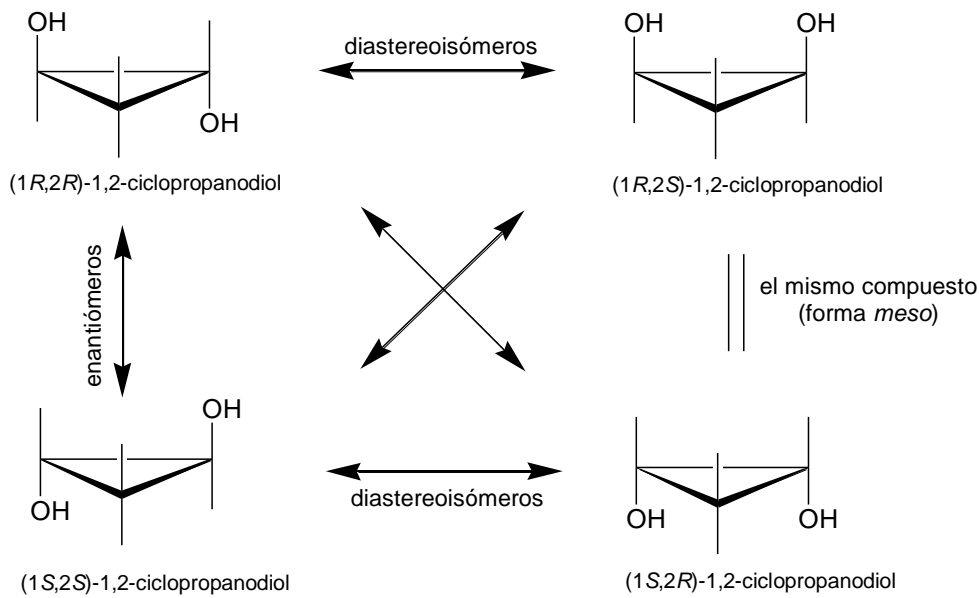
estereoisòmers geomètrics (diastereoisòmers)



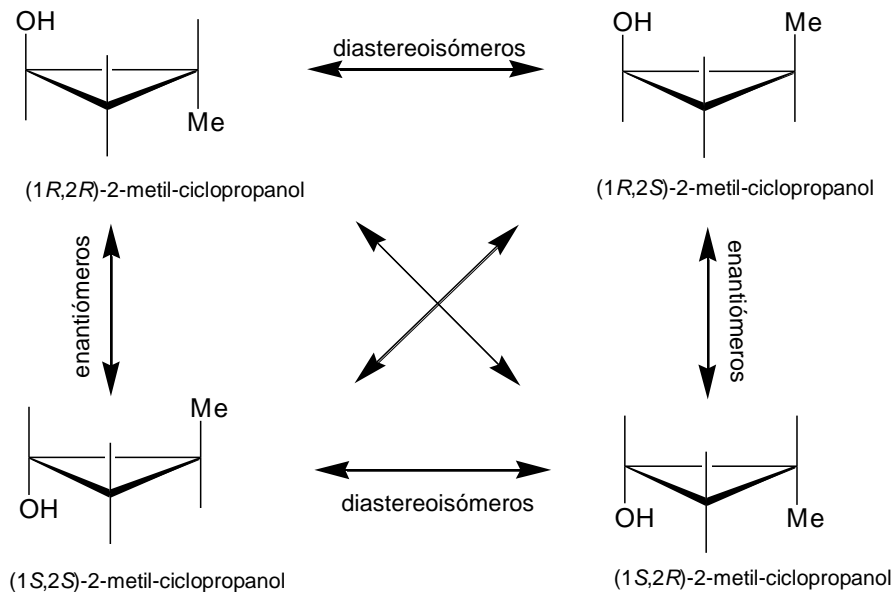
estereoisòmers òptics (enantiòmers)



Estereoisomeria del 1,2-ciclopropanodiol
 (3 estereoisòmers: 2 enantiòmers + forma *meso*)

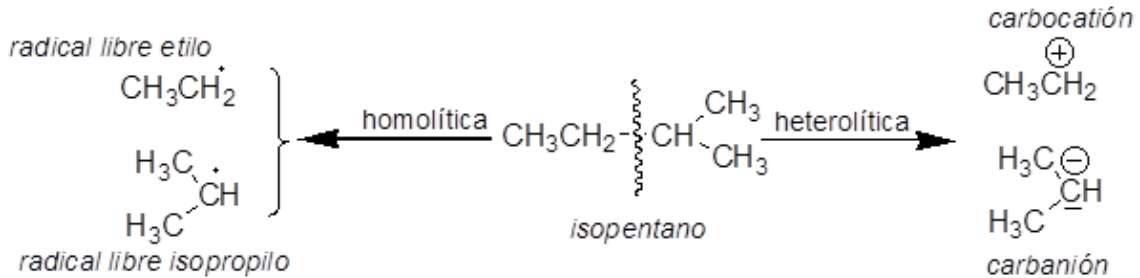


Estereoisomeria del 2-metilciclopropanol
 (4 estereoisòmers: 2 parells d'enantiòmers)



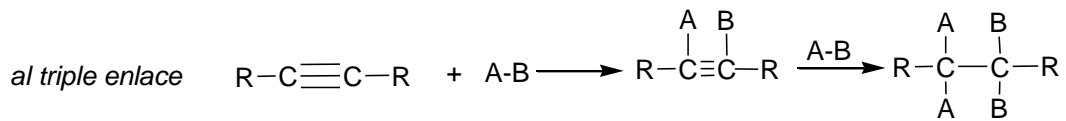
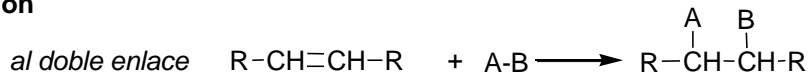
4. MECANISMOS DE REACCIÓN Y TIPOS DE REACCIONES EN QUÍMICA ORGÁNICA

Rotura de enlaces

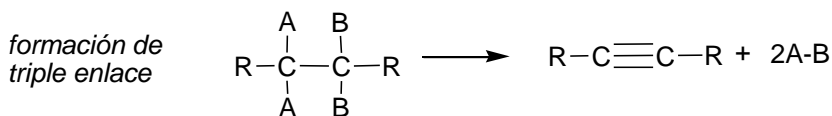
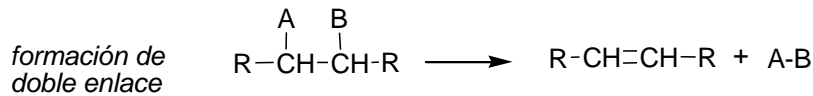


Clases de reacciones

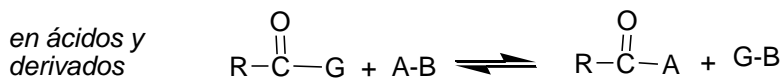
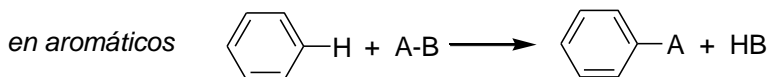
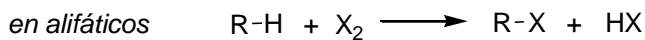
Adición



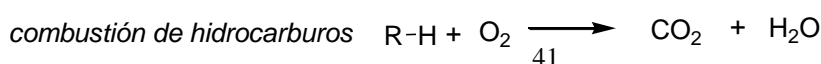
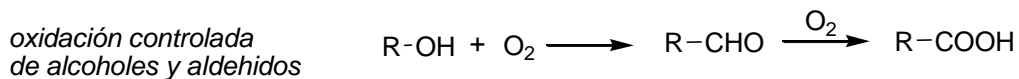
Eliminación



Sustitución



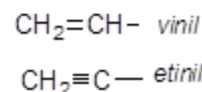
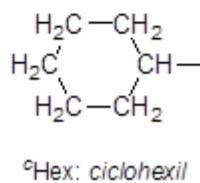
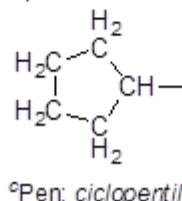
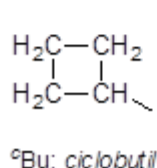
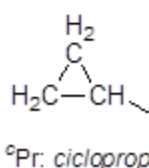
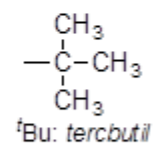
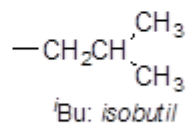
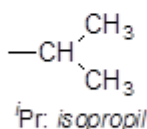
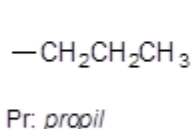
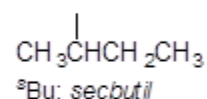
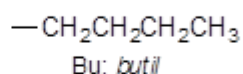
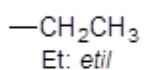
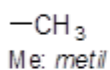
Oxidación-combustión



5. NOMENCLATURA DE LOS RADICALES MÁS IMPORTANTES EN QUÍMICA ORGÁNICA

Hidrocarburos alifáticos

$R-CH_2CH_2-R$	alcano	alquil
$R-CH=CH-R$	alqueno	alquenil
$R-C\equiv C-R$	alquino	alquinil

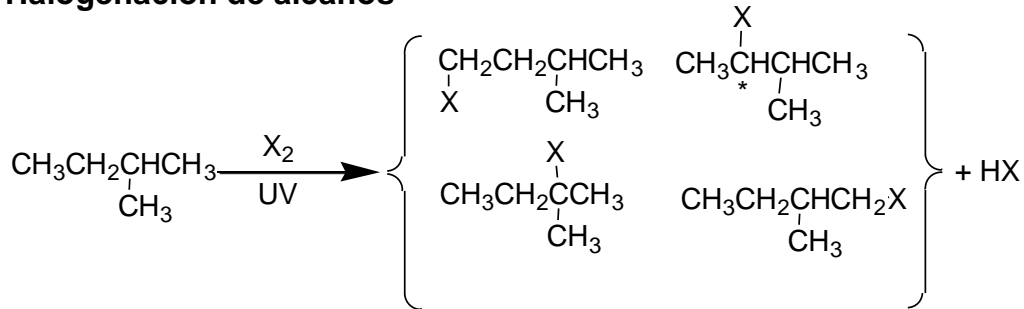


6. REACCIONES / PROPIEDADES SEGÚN EL TIPO DE HIDROCARBURO Y DERIVADOS DE HIDROCARBUROS

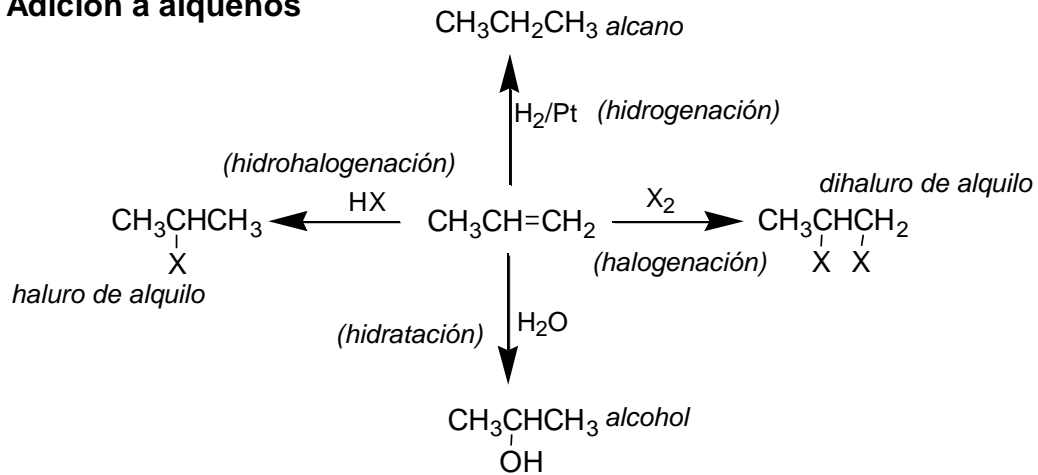
Nombre sistemático	Nombre común	P.e. (°C)	P.f. (°C)	Densidad (g/cm ³)
metano		-162	-183	0.42
etano		-88	-172	0.54
propano		-42	-187	0.58
butano		0	-138	0.58
2-metilpropano	isobutano	-12	-159	
pentano		36	-130	0.63
2-metilbutano	isopentano	28	-160	0.62
2,2-	neopentano	9	-17	
hexano		69	-95	0.66
decano		174	-30	0.73
octadecano		308	28	0.78
pentacontano		-	92	0.80
polimetileno	polietileno	-	120	0.95
ciclopropano		-33	-127	0.67
ciclobutano		13	-80	0.70
ciclopentano		49	-24	0.75
ciclohexano		81	6	0.78
eteno	etileno	-102	-169	0.61
propeno	propileno	-48	-185	0.61
1-buteno	butileno	-6		0.63
cis-2-buteno		4	-139	0.67
trans-2-buteno		1	-106	0.65
2-metilpropeno	isobutileno	-7	-141	0.63
etino	acetileno	-75	-82	0.62
propino	metilacetileno	-23	-101	0.67
2-butino	dimetilacetile	27	-24	0.69
1-hexino		72	-1	0.72

Hidrocarburos alifáticos: reacciones químicas

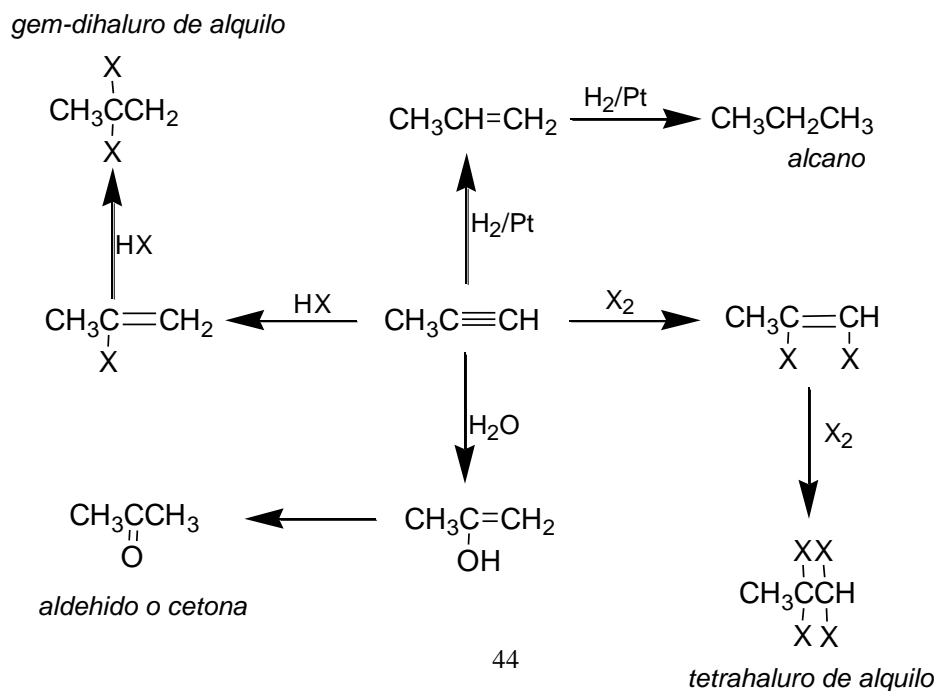
Halogenación de alcanos



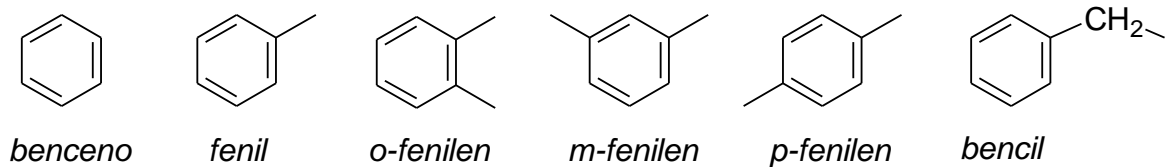
Adición a alquenos



Adición a alquinos

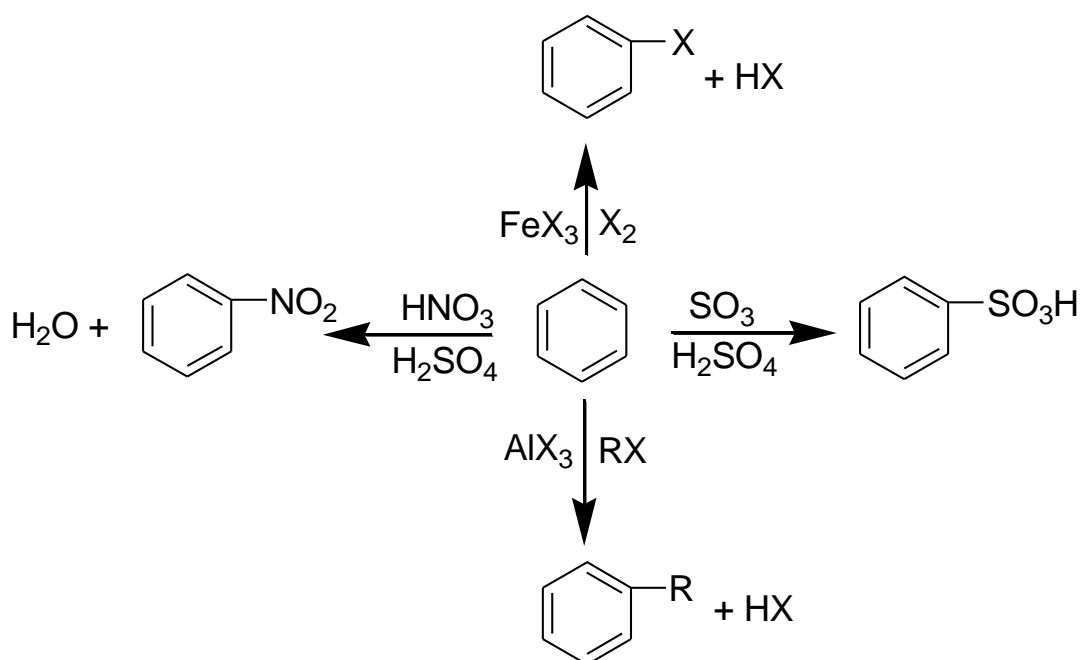


Hidrocarburos Aromáticos



Nombre sistemático	Nombre común	P.e. (°C)	P.f. (°C)	Densidad (g/cm ³)
benceno		80	5.5	0.88
metilbenceno	tolueno	111	-95	0.87
1,2-dimetilbenceno	<i>o</i> -xileno	144	-25	0.88
1,3-dimetilbenceno	<i>m</i> -xileno	139	-48	0.86
1,4-dimetilbenceno	<i>p</i> -xileno	138	13	0.86
etilbenceno		136	-95	0.87
isopropilbenceno	cumeno	152	-96	0.86
trifenilmetano		360	93	
vinilbenceno	estireno	145	-31	0.91
tetrafeniletileno		425	277	
fenilbenceno	bifenilo	255	70	

Sustitución aromática



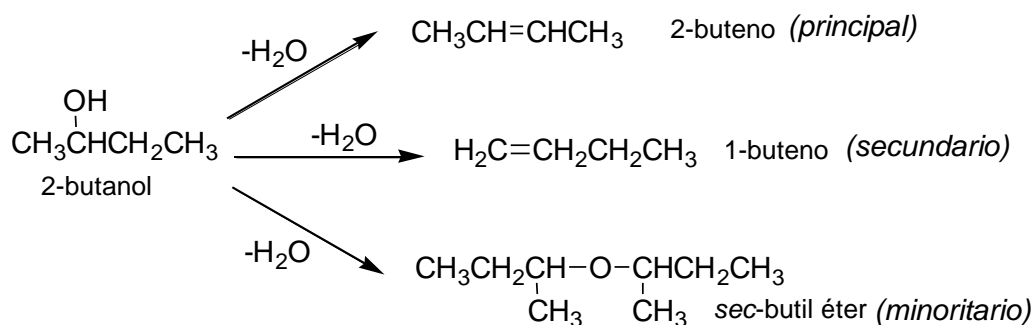
Alcoholes, fenoles y éteres

R-OH	alcohol	-ol	hidroxi
Ar-OH	fenol	-ol	hidroxi
R-O-R	éter	-éter	oxi

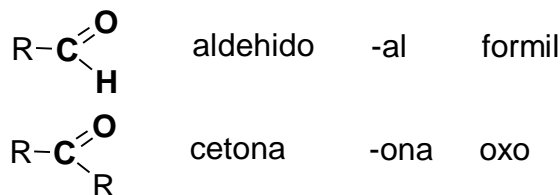
Propiedades físicas de alcoholes, fenoles y éteres

Nombre sistemático	Nombre común	p.e. (°C)	Solubilidad en agua (g/100cm ³)	Densidad (g/cm ³)
metanol	metanol	65	∞	0.79
etanol	etanol	78	∞	0.79
propanol	propanol	97	∞	0.80
butanol	butanol	118	8	0.81
hexanol	hexanol	156	0.6	0.82
dodecanol	dodecanol	260	-	0.83
2-propanol	isopropanol	82	∞	0.79
2-butanol	sec-butanol	99	12	0.81
2-metilpropanol	isobutanol	108	10	0.80
2-metil-2-propanol	terc-butanol	83	∞	0.79
fenil metanol	alcohol bencílico	205	4	1.0
1,2-etanodiol	etilenglicol	197	∞	1.11
1,2-propanodiol	propilenglicol	187	∞	1.04
1,2,3-propanotriol	glicerina	290	∞	1.26
hidroxibenceno	fenol	182	9	1.07
2-metil-hidroxibenceno	o-cresol	191	2.5	1.05
4-metil-hidroxibenceno	p-cresol	202	2.3	1.03
3-metil-hidroxibenceno	m-cresol	201	2.6	1.03
dimetil éter	éter metílico	-24	∞	-
dietil éter	éter etílico	35	2	0.71
dibencil éter	éter bencílico	298	-	1.04
difenil éter	éter fenílico	259	-	1.07

Deshidratación de alcoholes



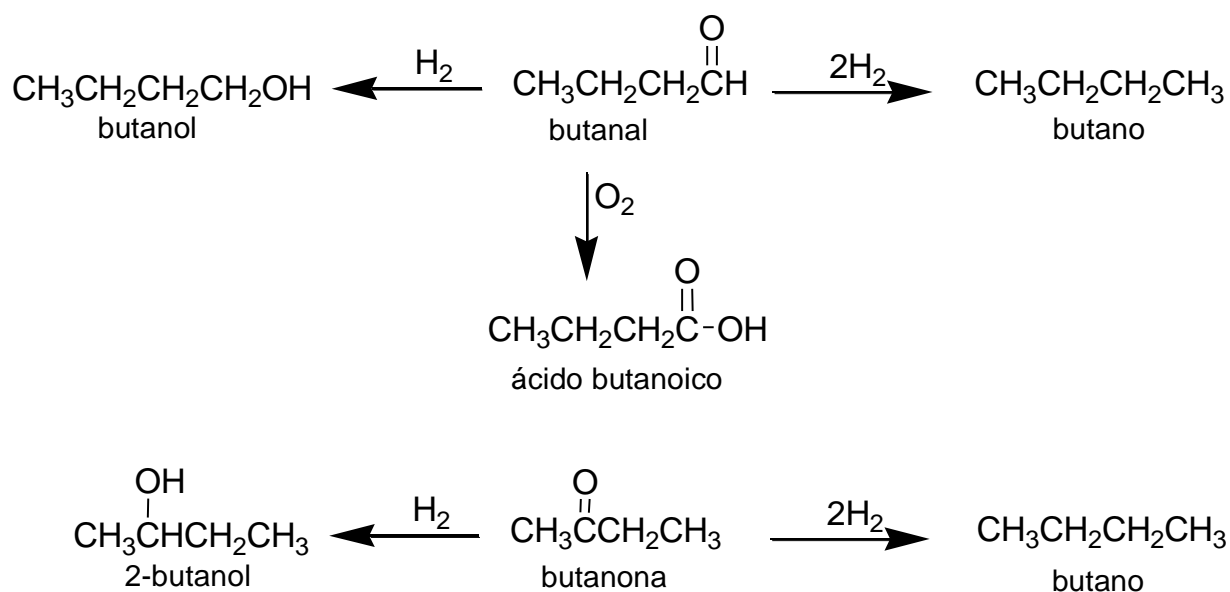
Compuestos carbonílicos: aldehidos y cetonas



Propiedades físicas de aldehidos y cetonas

Nombre común	Nombre sistemático	p.e. (°C)	Solubilidad en agua (% g/cm ³)
formaldehido	metanal	-21	∞
acetaldehido	etanal	20	∞
propionaldehido	propanal	49	16
butiraldehido	butanal	76	7
benzaldehido	formilbenceno	178	0.3
acetona	propanona	56	∞
etil metil cetona	etil metil cetona	80	26
2-pentanona	2-pentanona	102	6
ciclohexanona	ciclohexanona	155	-
acetofenona	Metil fenil cetona	202	-
benzofenona	difenil cetona	306	-

Reacciones de oxidación-hidrogenación al grupo carbonilo



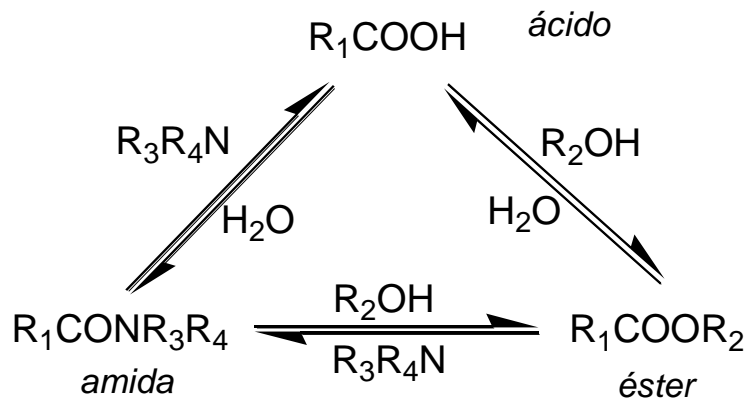
Ácidos y derivados

R-COOH	ácido	-oico
R-COOR	éster	-ato
R-COX	haluro	-oilo
R-COOOC-R	anhidrido	-anhidrido
R-CONH ₂	amida	-amida

Propiedades físicas de ácidos y derivados

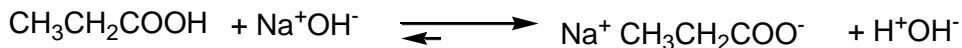
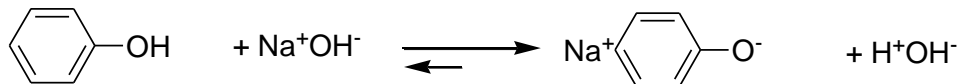
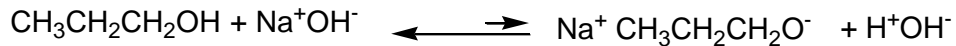
Nombre sistemático	Nombre común	p.e. (°C)	Solubilidad en agua (g/100cm ³)	Ka
metanoico	fórmico	100	∞	18·10 ⁻⁵
etanoico	acético	118	∞	1.8·10 ⁻⁵
propanoico	propionico	141	∞	1.6·10 ⁻⁵
butanoico	butírico	164	8	1.5·10 ⁻⁵
hexanoico	caproico	205	1	1.4·10 ⁻⁵
hexadecanoico	palmítico	-	-	
octadecanoico	esteárico	-	-	
<i>cis</i> -9-octadecenoico	oleico	-	-	
	benzoico	249	0.3	6.3·10 ⁻⁵
1,2-	<i>o</i> -ftálico	-	1	
1,3-	<i>m</i> -ftálico	-	-	
1,4-	<i>p</i> -ftálico	-	-	
<i>p</i> -nitrobenzoico				36·10 ⁻⁵
<i>p</i> -aminobenzoico				1.4·10 ⁻⁵
cloro etanoico	cloroacético	189	∞	
dicloroetanoico	dicloroacético	193	∞	
tricloroetanoico	tricloroacético	197	10	
metanoato de etilo	formiato de etilo	54	-	
etanoato de metilo	acetato de metilo	57	-	
etanoato de etilo	acetato de etilo	77	-	
etanoato de bencilo	acetato de bencilo	214	-	
	benzoato de etilo	213	-	
octadecanoato de etilo	estearato de etilo	>250	-	
metanamida	formamida	210	∞	
etanamida	acetamida	221	100	
propanamida	propionamida	213	∞	
	benzamida	290	3	
<i>N</i> -fenilacetamida	acetanilida	304	1	
<i>N</i> -fenilbenzamida	benzanilida	-	-	

Reacciones de ácidos y derivados de ácidos

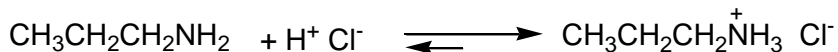
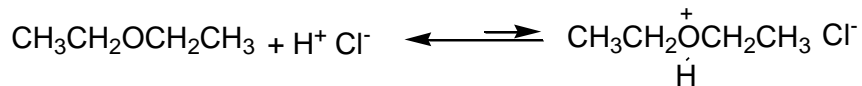
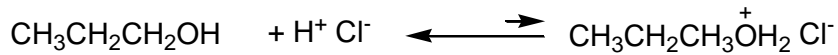


Reacciones ácido base en compuestos orgánicos

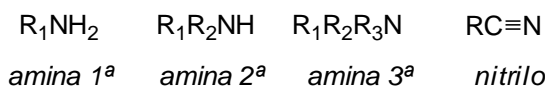
ácidos



bases



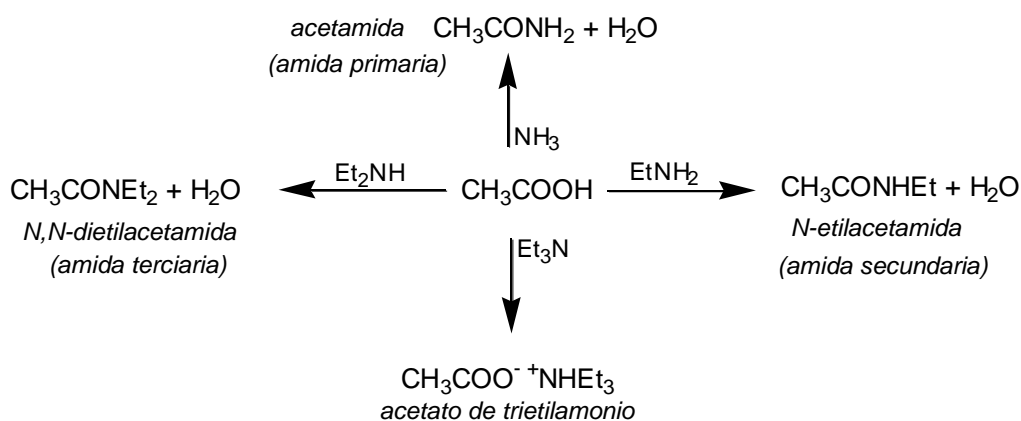
Compuestos nitrogenados



Propiedades de aminas y nitrilos

Nombre sistemático	Nombre común	P.e. (°C)	Solubilidad en agua (g/100 cm ³)	K _b
amoníaco		-33	∞	
metilamina		-7	∞	4.5·10 ⁻⁴
etilamina		17	∞	5.1·10 ⁻⁴
butilamina		78	∞	4.8·10 ⁻⁴
bencilamina		185	∞	0.2·10 ⁻⁴
dimetilamina		7	∞	5.4·10 ⁻⁴
dietilamina		55	∞	10·10 ⁻⁴
trimetilamina		3	∞	0.6·10 ⁻⁴
trietilamina		89	∞	5.6·10 ⁻⁴
fenilamina	anilina	184	3.7	4.2·10 ⁻¹⁰
difenilamina		302	-	6·10 ⁻¹⁴
trifenilamina		365	-	-
<i>p</i> -nitrofenilamina	<i>p</i> -nitroanilina	-	0.05	10 ⁻¹³
<i>p</i> -metilfenilamina	<i>p</i> -toluidina	203	0.7	1.2·10 ⁻⁹
etanonitrilo	acetonitrilo	82	∞	-
propanonitrilo	propionitrilo	97	∞	-
benzonitrilo		191	1	-

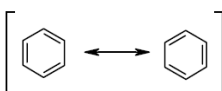

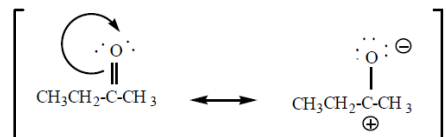
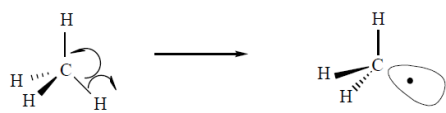
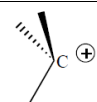


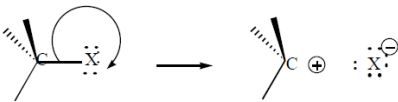
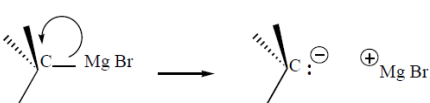
Reacciones de las aminas con ácidos



Reacciones de los nitrilos



7. SIMBOLISMO EN REACCIONES QUÍMICAS Y EN QUÍMICA ORGÀNICA

Tipo	Significado	Ejemplos
\longrightarrow	Indica reacción espontánea de los reactivos hacia los productos	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$
\rightleftharpoons	Indica equilibrio dinámico entre reactivos y productos	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
\longleftrightarrow	Indica las estructuras de resonancia de un compuesto	
	Indica que los dos electrones de un enlace covalente se mueven hacia la dirección que se indica.	
\bullet	Radical	
$-\text{C}^{\oplus}$	Carbocación, es una especie electrófila (E^+)	
$-\text{C}^{\ominus}$	Carbanión, es una especie nucleófila (Nu^-)	
$\text{C}-\text{H}$	Ruptura simétrica (homolítica) de un enlace covalente con la consiguiente obtención de moléculas/átomos radicalarios	
$\text{C}-\text{H}$	Ruptura asimétrica (heterolítica) de un enlace covalente con la consiguiente obtención de un carbocación y un anión	
$\text{C}-\text{MgBr}$	Ruptura iónica de un enlace covalente con la consiguiente obtención de un carbanión y un catión	

Fuente: Gorchs, R.; Galán, A., *Química orgànica: estudi, reactivitat i aplicació dels principals compostos orgànics*. 1ª edició, 2003, Edicions UPC, ISBN: 8483017393

Agraïments: Aquest quadern d'exercicis, problemes i formulari inclou la feina de tots els professors de l'especialitat de **Polímers i Biopolímers** del Departament d'Enginyeria Química de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona (ETSEIB) que des de fa molts anys imparteixen o han impartit química orgànica en aquesta Escola i en altres facultats de la UPC. Per tant, a ells/elles el nostre més sincer agraïment per la seva tasca en l'elaboració d'aquests continguts.