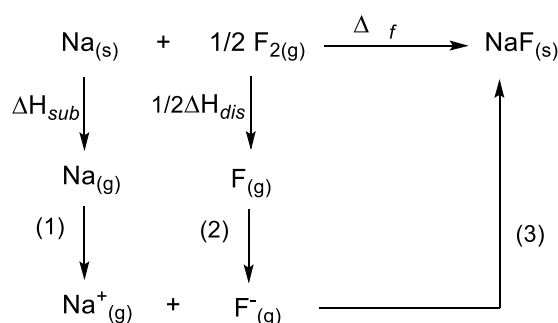


***EXEMPLES D'EXERCICIS D'ENLLAÇ I D'ORGÀNICA***

**LES SOLUCIONS DELS EXERCICIS MOSTREN LES IDEES BÀSIQUES  
QUE HAURIA D'EXPRESSAR L'ALUMNAT I NO PRETENEN SER LA  
RESPOSTA COMPLETA.**

## Enllaç químic i forces intermoleculars 1

- 1) Una sèrie isoelectrònica és una seqüència d'espècies que tenen el mateix nombre d'electrons però que difereixen en el nombre de protons (càrrega nuclear). En una sèrie isoelectrònica només un membre de la sèrie pot ser un àtom neutre. Considereu la sèrie isoelectrònica de: Ne, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, O<sup>2-</sup> i F<sup>-</sup>.
- a) Dibuixeu la configuració electrònica de les espècies de la sèrie quan siguin àtoms neutres. Quina configuració electrònica comparteixen els membres de la sèrie isoelectrònica? Definiu radi atòmic i radi iònic. Ordeneu les espècies de la sèrie de radi més gran a més petit. Justifiqueu la resposta.
- b) El catió Na<sup>+</sup> i l'anió F<sup>-</sup> formen el compost iònic NaF. A partir de l'esquema del cicle de Born-Haber del NaF:



Anomeneu i definiu les energies implicades en els processos 1, 2 i 3. Indiqueu i justifiqueu el signe de les energies implicades en els processos 1 i 3.

DADES:

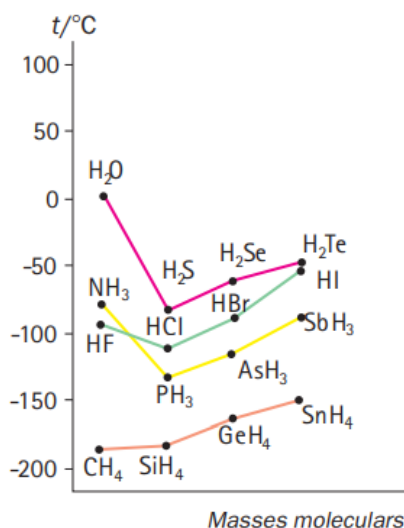
Nombres atòmics: Z(O) = 8; Z(F) = 9; Z(Ne) = 10; Z(Na) = 11; Z(Mg) = 12

Solucions:

- a) La sèrie isoelectrònica comparteix la configuració electrònica del Ne: 1s<sup>2</sup>, 2s<sup>2</sup>, 2p<sup>6</sup>.  
Radi atòmic: la meitat de la distància entre els dos nuclis de dos àtoms d'un mateix element que formen una molècula diatòmica, una estructura covalent o una estructura metàl·lica.  
Radi iònic: és el radi de l'ió resultant d'un àtom quan perd o guanya un electrò.  
L'ordre dels radis de les espècies de la sèrie isoelectrònica de més gran a més petit serà: O<sup>2-</sup> > F<sup>-</sup> > Ne > Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup>.
- b) Energia (1). Energia d'ionització ( $E_i$ ) o potèncial d'ionització.  
Energia (2). Afinitat electrònica ( $A_e$ ).  
Energia (3). Energia reticular ( $E_{ret}$ ).  
Signes energies (1) i (3). El signe de l'energia d'ionització és positiu i el signe de l'energia reticular és negatiu.

## Enllaç químic i forces intermoleculars 2

- 2) En estudiar les diferents propietats físiques veiem que els elements del mateix grup tenen propietats semblants. Al laboratori s'estan analitzant els punts de fusió dels hidrurs dels grups del carboni, nitrogen, oxigen i halògens i s'obté el gràfic següent:



En el gràfic es pot observar que els punts de fusió dels compostos com l'amoníac, l'aigua i el fluorur d'hidrogen tenen punts de fusió anormalment elevats, si els comparem amb els que tenen els hidrurs del mateix grup.

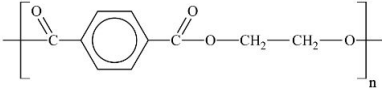
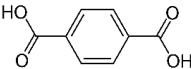
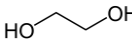
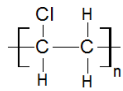
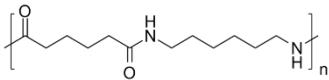
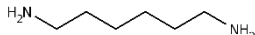
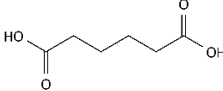
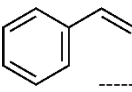
- a) Expliqueu mitjançant les forces intermoleculars, la raó d'aquest comportament dels punts de fusió de l'amoníac, l'aigua i el fluorur d'hidrogen. Per què el metà no té aquesta anomalia? Justifica quin tipus d'enllaç químic tenen aquestes molècules.
- b) Representeu les estructures de Lewis de l'amoníac, del fluorur d'hidrogen i del metà. Raoneu quina és la geometria de les tres molècules segons la teoria de repulsió de parells electrònics de la capa de valència (RPECV) i indiqueu els angles d'enllaç que són d'esperar. Raoneu si aquestes molècules són o no polars.

### Solucions:

- a) Les molècules d' $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  i  $\text{HF}$  formen amb si mateixes forces intermoleculars d'enllaç d'hidrogen que són especialment fortes, i que es produeixen entre àtoms d'H en grups OH/NH/FH i àtoms de F, O o N amb parells d'electrons no compartits; per això, el metà no té aquest tipus de forces intermoleculars. Les tres molècules tenen enllaç covalent perquè comparteixen electrons.
- b)  **$\text{CH}_4$ :** 4 parells d'electrons compartits en el C i 0 parells no compartits. Geometria tetraèdrica ( $\text{AB}_4$ ). Angles d'enllaç  $109,5^{\circ}$ . No polar.
- $\text{HF}$ :** 1 parell d'electrons compartit i 3 parells d'electrons sense compartir en l'àtom de fluor. Geometria lineal ( $\text{AB}$ ). Angles d'enllaç  $180^{\circ}$ . Polar.
- $\text{NH}_3$ :** 3 parells d'electrons compartits i 1 parell d'electrons sense compartir en l'àtom de nitrogen. Geometria piramidal trigonal ( $\text{AB}_3\text{E}_1$ ) amb el N al cim i els 3 H al vèrtex de la base de la piràmide. Angles d'enllaç  $< 109,5^{\circ}$ . Polar.

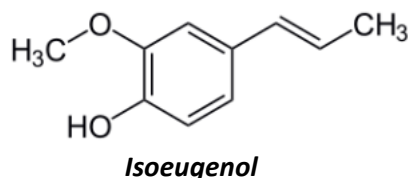
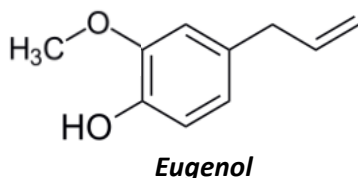
## Química Orgànica: Polímers i isòmers 1

A) Els plàstics estan constituïts per polímers de diversos tipus i diversos additius. La taula mostra la fórmula dels polímers d'alguns plàstics i/o els monòmers corresponents. Completeu els espais buits referits a cada polímer (A, B, C, D i E) i indiqueu el nom dels grups funcionals que identifiqueu en cada monòmer. Què vol dir que un plàstic sigui degradable?

| Nom                                                                                                                              | Fórmula del polímer<br>Grup funcional                                                            | Fórmula del/s<br>monòmer/s<br>Nom del grups funcionals<br>en els monòmers                                                                                                                                                                                                | Tipus de<br>polimerització* |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p>A) PET Polietilè tereftalat</p>              |  <p>_____</p>   | <p>Àcid tereftàlic i etilenglicol</p>  <p>_____</p>  <p>_____</p> <p>(nom dels grups funcionals)</p> | <p>_____</p>                |
| <p>B) HDPE<br/>Polietilè d'alta densitat</p>  | <p>_____</p> <p>_____</p> <p>(fórmula del polímer i grup funcional)</p>                          |  <p>_____</p> <p>_____</p> <p>(nom del monòmer i grup funcional)</p>                                                                                                                 | <p>Addició</p>              |
| <p>C) PVC Clorur de polivinil</p>             |  <p>_____</p> | <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>(fórmula, nom del monòmer i grup funcional)</p>                                                                                                                                                                                | <p>_____</p>                |
| <p>D) Niló-6,6</p>                            |  <p>_____</p> |  <p>_____</p>  <p>_____</p> <p>(nom dels grups funcionals)</p>                                   | <p>_____</p>                |
| <p>E) PS Poliestirè</p>                       | <p>(fórmula del polímer i grup funcional)</p> <p>_____</p> <p>_____</p>                          | <p>Etenilbenzè o estirè</p>  <p>_____</p> <p>(nom dels grups funcionals)</p>                                                                                                         | <p>_____</p>                |

\*Addició o condensació, i nom del subproducte si n'hi ha.

- B) El clau i la nou moscada són espècies que tenen una aroma molt peculiar i es fan servir en cuina. Cadascuna té la seva olor característica i les molècules isòmeres ( $C_{10}H_{12}O_2$ ) d'eugenol i isoeugenol respectivament, són responsables de l'olor de cadascun d'aquest isòmers,  $C_{10}H_{12}O_2$ .



Quin tipus d'isòmers són? Quins grups funcionals hi podeu identificar?

Hi ha possibilitat de que alguna d'aquestes molècules tingui isòmers *cis/trans*? Raoneu la vostra resposta i escriviu els dos isòmers tot indicant quin és el *cis* i quin el *trans*.

Algun d'aquests compostos pot presentar isomeria òptica? Raoneu la vostra resposta.

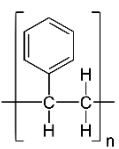
#### Solucions:

A) A: grup funcional èster al polímer (polièster) i aromàtic; grups funcionals àcid carboxílic i alcohol als monòmers; reacció de condensació entre l'àcid carboxílic i l'alcohol, que forma el corresponent èster i dona com a subproducte aigua.

B: grup funcional de tipus alcà al polímer - ; el monòmer és l'etè (o etilè), que té un grup funcional alquè; reacció d'addició a partir d'un alquè (poliolefina).

C: grup funcional de tipus clorur d'alquil al polímer; el monòmer és el cloroetè o clorur de vinil; reacció d'addició a partir d'un alquè (poliolefina).

D: grup funcional amida al polímer (poliamida); grups funcionals amina i àcid carboxílic als monòmers; reacció de condensació entre l'àcid carboxílic i l'amina per formar la corresponent amida i com a subproducte aigua.

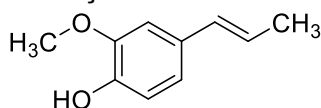
E:  grup funcional de tipus alcà i aromàtic al polímer; monòmer amb grups funcionals de tipus alquè i aromàtic; reacció d'addició a partir de l'alquè (poliolefina)

B) Isòmers constitucionals de posició.

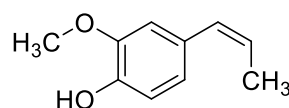
Grups funcionals: èter, alcohol, aromàtic i alquè.

L'eugenol no té isomeria *cis/trans* perquè un dels carbonis del doble enllaç té dos substituents iguals.

L'isoeugenol pot tenir isomeria *cis/trans* ja que en cadascun dels carbonis del doble enllaç hi ha substituents diferents:



isòmer *trans*



isòmer *cis*

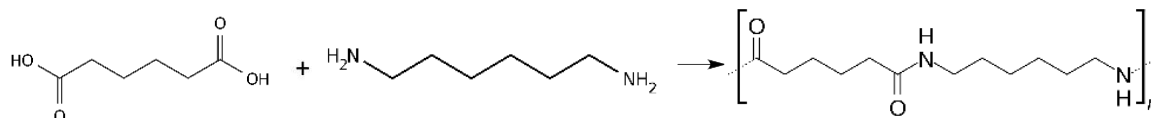
5

No hi ha isomeria òptica, ja que no hi ha cap carboni asimètric.

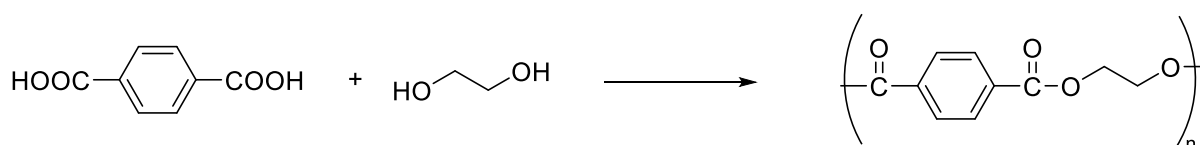
## Química Orgànica: Polímers i isòmers 2

- A) Les reaccions 1 i 2 mostren les reaccions de polimerització de dos plàstics (una poliamida i un polièster):

### Reacció 1:

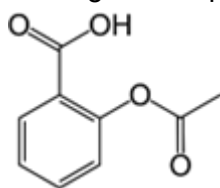


### Reacció 2:

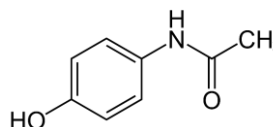


Quina correspon a una poliamida i quina a un polièster? Raoneu la vostra resposta. Indiqueu si, en cadascuna d'aquestes reaccions hi ha algun subproducte, i en el cas que n'hi hagi, escriviu la fórmula del subproducte. Raoneu de quin tipus de polimerització (addició o condensació) es tracta.

- B) Les fórmules següents representen els principis actius de l'aspirina i el paracetamol.



**a-Principi actiu de l'aspirina**



**b-Principi actiu del paracetamol**

Assenyaleu i indiqueu el nom dels grups funcionals que hi ha en cadascuna d'aquestes molècules. Indiqueu si hi ha algun centre quiral i si hi ha la possibilitat d'isòmers *cis/trans*. Escriviu un exemple de dos alquens que presentin isomeria *cis/trans*, i un exemple de molècula quiral.

### Solucions:

- A) Reacció 1: poliamida (niló). Reacció 2: polièster (PET). En la formació de la poliamida el subproducte és aigua (H<sub>2</sub>O) i en el cas del polièster també és aigua.

- B) Els grups funcionals en el principi actiu de l'aspirina són: àcid carboxílic, èster, i aromàtic.

Els grups funcionals en el principi actiu del paracetamol són: amida, alcohol i aromàtic.

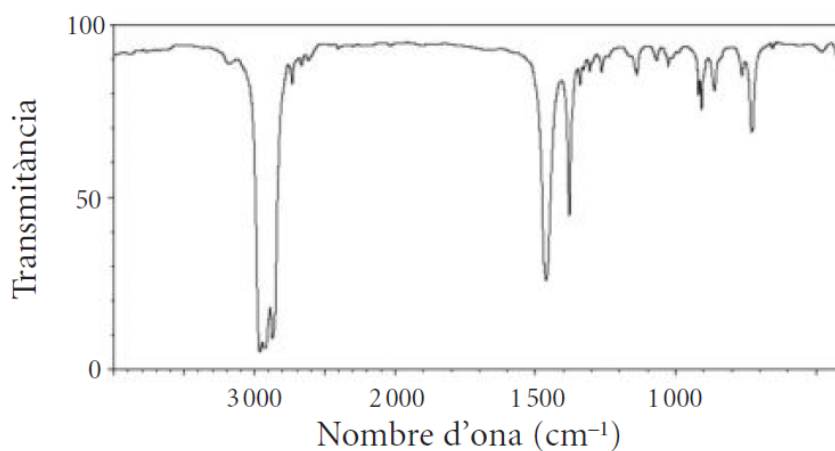
No hi ha cap carboni quiral en cap de les molècules, ja que no hi ha cap carboni amb 4 àtoms diferents.

Els dobles enllaços dels anells aromàtics estan deslocalitzats i no donen isòmers *cis/trans*. No hi ha cap altre tipus d'enllaç C=C, per tant no hi ha possibilitat d'isomeria *cis/trans* en aquests compostos.

Exemple *cis/trans*: Cl-CH=CH-Cl. Exemple molècula quiral: CHFCIBr.

## Química Orgànica. Espectroscòpia

- 5) Una indústria química ha utilitzat l'espectroscòpia d'infraroig per a identificar un compost pur. Experimentalment s'ha obtingut l'espectre següent:



- a) Què li passa a una molècula quan absorbeix radiació infraroja? Justifiqueu, fent servir les dades de la taula que trobareu al final de l'exercici, si el compost pur que hem indicat anteriorment potser el compost A (2-propanol), el compost B (àcid propanoic) o cap dels dos.
- b) El compost A és un isòmer del compost B? Raona la teva resposta.  
Escriu un isòmer de posició del compost A i un isòmer de funció del compost B.

DADES: Absorcions de diversos grups funcionals a l'infraroig (IR)

| Enllaç | Nombre d'ona ( $\text{cm}^{-1}$ ) |
|--------|-----------------------------------|
| C—O    | 1000-1300                         |
| C=O    | 1650-1760                         |
| C—H    | 2850-3000                         |
| O—H    | 3230-3550                         |

### Solucions:

- a) Quan una molècula absorbeix radiació IR, es poden produir transicions des d'estats vibracionals de baixa energia a estats vibracionals d'alta energia, el que dona lloc a senyals en el seu espectre d'absorció IR.

Compost A: propan-2-ol:  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ . Enllaços: C–C, C–H, C–O i O–H

Compost B: àcid propanoic:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$ . Enllaços: C–C, C–H, C=O, C–O i O–H

Possibles compostos: un alcohol i un àcid carboxílic:

- L'absorció de la radiació IR de l'enllaç O–H en un alcohol provoca un pic a valors alts de nombre d'ona ( $3230\text{-}3550\text{ cm}^{-1}$ ). Aquest pic no apareix en l'espectre, la qual cosa ens indica que el compost no és un alcohol.
- L'absorció de la radiació IR de l'enllaç C=O en un àcid carboxílic provoca un pic a valors de nombre d'ona entre  $1650\text{-}1760\text{ cm}^{-1}$ . Aquest pic tampoc apareix en l'espectre. A més, també conté un grup O–H que ja hem dit que tampoc apareix.

Es pot concloure doncs que aquest espectre no correspon a cap d'aquests compostos.

- b) El propan-2-ol:  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$  ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ) i l'àcid propanoic:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$  ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ) no són isòmers perquè no tenen la mateixa fórmula molecular.

Isòmer de posició del compost A: un isòmer de posició del propan-2-ol és el propan-1-ol (o 1-propanol):  **$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$** . El grup funcional canvia de posició, però la fórmula molecular és la mateixa:  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .

Isòmer de funció del compost B: un isòmer de funció de l'àcid propanoic és l'acetat de metil ( **$\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$** ). El grup funcional és diferent, ja que canviem un àcid carboxílic per un èster, mentre que la fórmula molecular és la mateixa:  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ .

## Química Orgànica. Isomeria i reactivitat

6) Donats els següents compostos:

1.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OCH}_2\text{-CH}_3$
2.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$
3.  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$
4.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
5.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$

- a) Indica el nom correcte de cadascun. Assenyala justificant cada resposta aquells que siguin isòmers entre sí. Quin d'ells presenta isomeria geomètrica? Dibuixa els isòmers geomètrics nomenant cada un d'ells.
- b) Indiqueu aquell o aquells que pugin donar reacció d'addició. Indiqueu aquell o aquells que puguin formar enllaços d'hidrogen entre dues de les seves molècules. Les molècules 2 i 3 poden reaccionar amb HBr i donen com a producte 2-bromobutà. Raoneu quin tipus d'isomeria presenta aquesta molècula.

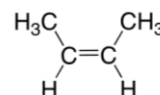
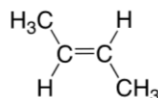
### Solucions:

- a) 1. Dietil èter / Etoxièta / Éter dietílic  
2. 1-butè / but-1-è  
3. 2-butè / but-2-è  
4. Butà  
5. 1-Butanol / Butan-1-ol

Són isòmers el 1 amb el 5 (isòmers de funció) i el 2 amb el 3 (isòmers de posició):

1.  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
2.  $\text{C}_4\text{H}_8$
3.  $\text{C}_4\text{H}_8$
4.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$
5.  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

Nomes el 2-butè té isòmers geomètrics:



- b) Les reaccions d'addició es produeixen sobre enllaços múltiples, com els dobles enllaços carboni-carboni. Per tant, només els compostos 2 i 3 poden donar lloc a reaccions d'addició.

Els enllaços d'hidrogen s'estableixen entre els parells d'electrons no compartits d'àtoms d'O/N/F amb els àtoms d'H enllaçats covalentment a O/N/F (enllaços OH/N-H/F-H). Per tant, només la molècula 5 té aquests dos components, i pot formar enllaços d'hidrogen amb si mateixa: entre l'àtom d'H del grup OH d'una molècula i els parells d'electrons no compartits de l'àtom d'O d'una altra molècula.

El 2-bromobutà té un carboni asimètric (marcat amb un asterisc al dibuix) i, per tant, pot presentar isomeria òptica:

