

Stéréochimie

Consigne 1 :

1. Définis les concepts suivants : stéréochimie, énantiomères, carbone asymétrique, chiralité, une molécule chirale, diastéréoisomère, mélange racémique, conformation, activité optique.
2. Définis un stéréo-isomère de conformation et un stéréo-isomère de configuration. Dégage la différence qui existe entre eux à partir d'exemples.

Synthèse

1. Définitions :

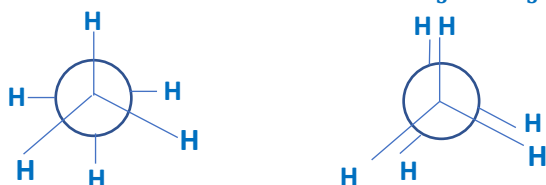
- ❖ **Stéréochimie** : est l'étude de la structure spatiale des molécules.
- ❖ **Enantiomères** : on appelle énantiomères, un couple d'isomérisme de configuration image l'un de l'autre dans un miroir plan et non superposable.
- ❖ **Carbone asymétrique** : C'est un atome de carbone tétragonal lié à quatre (4) atomes ou groupes d'atomes tous différents.
- ❖ **Chiralité** : est la propriété d'un objet de ne pas être superposable à son image dans un miroir plan.
- ❖ **Une molécule chirale** : est une molécule qui n'est pas superposable à son image dans un miroir.
- ❖ **Diastéréoisomère** : On appelle diastéréoisomère, un couple d'isomère de configuration dont les molécules ne sont pas images l'une de l'autre dans un miroir plan.
- ❖ **Conformation** : On appelle conformation d'une molécule, les différentes structures spatiales qu'elle peut prendre par suite de rotation autour de ses liaisons simples.
- ❖ **Mélange racémique** : On appelle mélange racémique, un mélange équimolaire de 2 énantiomères.
- ❖ **Activité optique** : est la capacité de certaines substances de faire tourner le plan de polarisation d'une lumière polarisée.

2. Définitions :

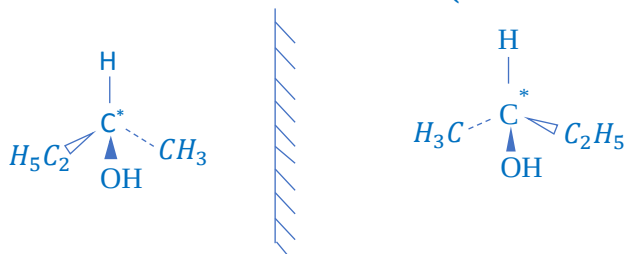
- ❖ **Un stéréo-isomère de conformation** : ce sont des stéréoisomères qui ne diffèrent que par un angle de rotation autour des liaisons simples carbone-carbone.
- ❖ **Un stéréo-isomère de configuration** : On appelle configuration d'une molécule les différentes formes résultant de la rupture de liaison.
- ❖ **Différence entre ces stéréoisomères :**

Pour passer d'un stéréo-isomère de conformation à un autre, il suffit d'une rotation autour, d'une liaison simple C-C, tandis que pour passer d'un stéréo-isomère de configuration un autre il faut rompre au moins une liaison.

- Exemple : les conformères de l'éthane $CH_3 - CH_3$

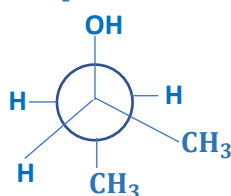


- Exemple : les deux énantiomères du butan-2-ol (ou les isomères Z et E du but-2-ene)



Consigne 2 :

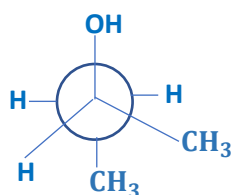
On considère une molécule A représentée ci-dessous :



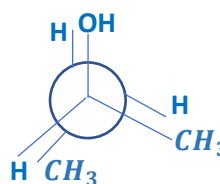
1. Sous quelle conformation A est-elle représentée ? Représente et nomme une autre conformation de A. Quelle est la conformation stable.
2. Donne la formule semi-développée et le nom de A.
3. Montre que la molécule A possède deux isomères de configuration. Représente-les.

Synthèse

1. (A) est représentée ici par la conformation étoilée ou décalée. On peut représenter (A) sous la conformation éclipsée. La conformation étoilée est la plus stable

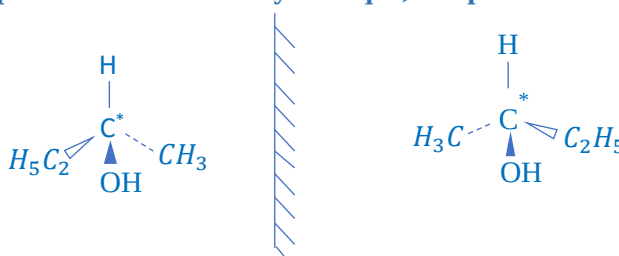


Conformation étoilée



Conformation éclipsée

2. Formule semi-développée de (A) :
 $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$: butan-2-ol
3. La molécule de (A) possède un carbone asymétrique, elle possède donc deux énantiomères

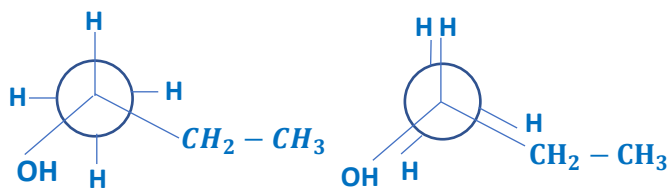


Consigne 3 :

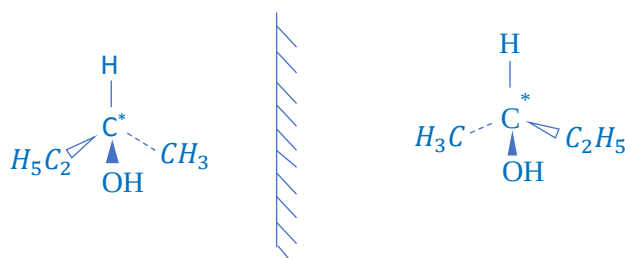
1. En utilisant la projection de Newman et en considérant la liaison entre les atomes de carbone N°1 et N°2, représente les 2 conformations remarquables du butan-2-ol.
2. En utilisant les conventions de CRAM (perspective), représente les deux énantiomères du butan-2-ol.

Synthèse

1. Projection de Newman : les deux conformations du butan-2-ol



2. Convention de CRAM : les deux énantiomères du butan-2-ol



Consigne 4 :

Définis l'isomérisie. Quels sont les types d'isomérisie que l'on retrouve dans la molécule ci-dessous ?



On précisera le nombre d'isomères possibles.

Synthèse

▪ Définition

Deux composés sont isomères s'ils ont la même formule brute mais des formules développées différentes.

▪ Les types d'isomérisation

Les types d'isomérisation dans le composé sont :

- L'isomérisation géométrique (Z, E) ou l'isomérisation alcénique (isomérisation de configuration)
- L'isomérisation optique ou énantiomères (existence de carbone asymétrique).

▪ Le nombre d'isomères

Le composé peut présenter six (6) isomères possibles (quatre isomères optiques et deux géométriques).

Consigne 5 :

Définis l'isomérisation. Quand dit-on que deux composés sont isomères ?

Inventorie les types d'isomérisation présents dans le composé suivant :



Combien d'isomères ce composé peut-il présenter ? Nomme ce composé.

Synthèse

▪ Définition

Deux composés sont isomères s'ils ont la même formule brute mais des formules développées différentes.

▪ Les types d'isomérisation

Les types d'isomérisation dans le composé sont : l'isomérisation géométrique (Z, E) et l'isomérisation optique.

▪ Le nombre d'isomères

Le composé peut présenter six (6) isomères possibles (quatre isomères optiques et deux géométriques).

▪ Le nom du composé

Le composé est l'acide 2-amino 6-chloro 4-ène 3-ol hexanoïque.

Consigne 6 :

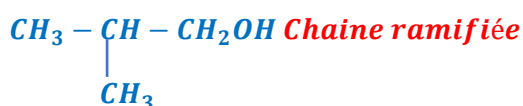
Définis : l'isomérisation de chaîne ; l'isomérisation de position et l'isomérisation de fonction. Illustre chaque définition en écrivant les formules semi-développées de deux isomères de chaque espèce répondant à la formule brute $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

Synthèse

❖ Isomérisation de chaîne :

On appelle isomérisation de chaîne, des isomères qui ne diffèrent que par la structure de leurs chaînes carbonées.

Exemple : $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$



❖ Isomérisation de position :

On appelle isomérisation de position des isomères qui ne diffèrent que par la position d'une même fonction chimique sur la même chaîne carbonée.

Exemple : $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$



❖ Isomérisation de fonction :

On appelle isomérisation de fonction des isomères qui ne diffèrent que par la nature de leur fonction chimique sur la même chaîne carbonée.

Exemple : $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$



Consigne 5 :

Soit un composé organique de formule brute $C_3H_6O_2$

1. Donne sa formule semi développée et reconnais les différentes fonctions présentes dans cette molécule.
2. Cette molécule est-elle chirale ? Pourquoi ?
3. Si oui, représente ses deux énantiomères.

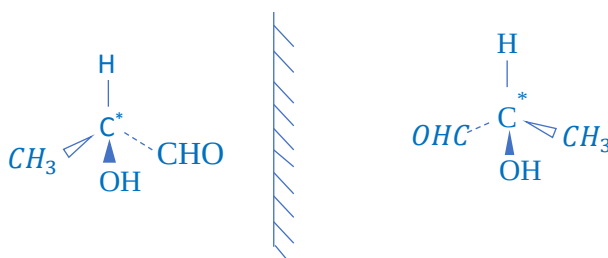
Synthèse :

1. Formule semi développée :

$CH_3 - CHOH - CHO$: 2-hydroxypropanal

Les fonctions chimiques présentes dans cette molécule sont : La fonction alcool ($-OH$) et la fonction aldéhyde ($-CHO$)

2. Oui cette molécule est chirale car elle possède un atome de carbone asymétrique (le carbone N°2)
3. Représentation de ses énantiomères :



Alcools

Consigne 1 :

- 1.1 Définis un mono alcool saturé et cite les différentes classes d'alcool, on donnera un exemple pour chaque cas et on précisera son nom.
- 1.2 Cite un moyen permettant de les différencier.

Synthèse :

- 1.1 Un mono alcool : est un composé organique possédant sa structure un groupe hydroxyle $-OH$ lié à un atome de carbone tétragonal.

Classes, exemples et noms :

- ❖ **Alcool primaire** : $CH_3 - CH_2 - OH$: éthanol
- ❖ **Alcool secondaire** : $CH_3 - CHOH - CH_3$: propan-2-ol
- ❖ **Alcool tertiaire** : $CH_3 - C(CH_3)_2 - OH$: 2-méthylpropan-2-ol

1.2 L'oxydation ménagée permet de distinguer les différentes classes d'alcools :

- ❖ L'oxydation ménagée d'un alcool primaire donne un aldéhyde. En présence d'un excès d'oxydant l'aldéhyde est transformé en acide carboxylique.
- ❖ L'oxydation ménagée d'un alcool secondaire conduit une cétone.
- ❖ Un alcool tertiaire ne subit pas d'oxydation ménagée.

Consigne 2 :

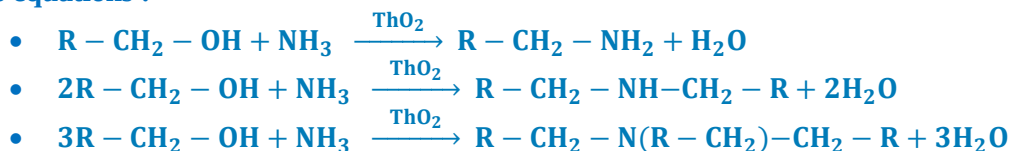
1. Dégage la différence entre une oxydation ménagée et une oxydation complète.
2. Comment peut-on passer d'un alcool primaire à une amine ? Écris les équations des différentes réactions.
3. Écris et interprète les réactions d'oxydation des alcools secondaires.

Synthèse :

1. La différence entre une oxydation ménagée et une oxydation complète :

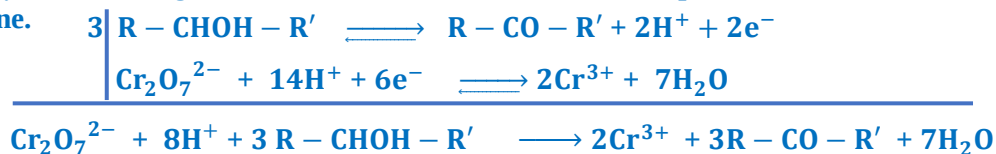
- Une oxydation ménagée : est une oxydation douce qui s'effectue sans rupture de la chaîne carbonée à l'aide d'oxydants tels que l'ion dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$), l'ion permanganate (MnO_4^-).
 - Une oxydation complète : est une oxydation brutale
2. Le passage d'un alcool primaire à une amine se fait par la méthode de Sabatier par action de l'ammoniac à haute température et à haute pression.

Les équations :



3. Interprétation

L'oxydation ménagée d'un alcool secondaire R-CHOH-R' par l'ion dichromate en milieu acide donne une cétone.



Consigne 3 :

- Définis un polyalcool et donne deux exemples.
- Le glycol ou éthane diol-1,2 :
 - Ecris sa formule semi développée.
 - Donne une méthode de sa préparation.
 - Cite quelques applications pratiques du glycol.

Synthèse :

- Un polyalcool :** c'est une molécule qui contient plusieurs groupes hydroxydes -OH

Deux exemples :

- Le glycol :** $\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
- Le glycérol :** $\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{OH}$

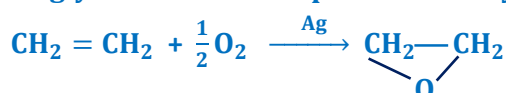
2. Le glycol

2.1. Sa formule semi développée :

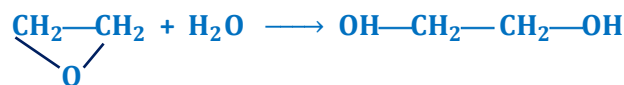


2.2. Une méthode de sa préparation :

Le glycol est obtenu à partir de l'éthylène. On obtient d'abord l'oxyde d'éthyle



L'hydratation de l'oxyde d'éthyle conduit au glycol

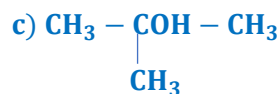
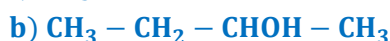


2.3. Quelques applications pratiques du glycol :

Antigel ; synthèse de polyesters ; synthèse d'explosifs.

Consigne 4:

On considère les trois composés de formules :



- Cite les propriétés communes à ces corps.
- Montre que par oxydation ménagée on peut différencier ces trois corps.

Synthèse :

1. Les propriétés communes à ce corps :

Les trois composés sont des alcools. Leurs propriétés communes sont : réaction avec les acides carboxyliques, l'acide nitrique et admettent des réactions de combustion vive.

2. Différenciation :

Par oxydation ménagée on peut les différencier comme suit :

- ✓ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{ox}} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$ qui est un aldéhyde alors l'alcool est primaire.
- ✓ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_3 \xrightarrow{\text{ox}} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$ qui est une cétone alors l'alcool est secondaire.
- ✓ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{COH} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{\text{ox}} \text{Rien}$ Alors alcool est tertiaire

Consigne 5 :

- On considère la molécule $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH} = \text{CHOH}$
 - Est-ce un diol ? pourquoi ?
 - Nomme cette molécule.
- Confirme ou infirme les allégations suivantes en justifiant votre réponse :
 - Un alcool primaire de formule $\text{R}-\text{CH}_2\text{OH}$ n'est jamais chiral.
 - Le propan-2-ol possède deux énantiomères.
 - Par hydratation du but-2-ène on obtient alcools énantiomères.
 - Seuls les composés chiraux ont le pouvoir de faire tourner le plan de polarisation de la lumière.
 - Le glycérol est un diol.

Synthèse :

- On considère la molécule $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH} = \text{CHOH}$
 - Non cette molécule n'est pas un diol car le deuxième groupe fonctionnel n'est pas porté par un carbone tétraédrique.
 - Le nom de la molécule est : but-1-ène-1,3-diol (famille des ényls)
- Réponses par vraies ou fausses :
 - Faux : le radical R peut contenir un carbone asymétrique.
 - Faux : Le propan-2-ol ne possède pas de carbone asymétrique.
 - Vrai : l'hydratation du but-2-ène conduit au butan-2-ol de formule : $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ dont la molécule contient un carbone asymétrique (carbone 2).
 - Vrai : les molécules de composés chiraux possèdent au moins un carbone asymétrique et par conséquent présentent des énantiomères.
 - Faux : le glycérol de formule : $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{OH}$, est un triol.

Consigne 6:

Définis les alcools, donne leurs formules générales et leur structure. Quels sont les produits de déshydratation que peut donner le butan-2 ol ? Écris les équations bilans des oxydants sur ce corps.

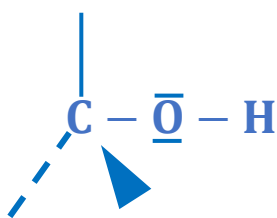
Synthèse :

❖ **Définition :** les alcools sont des composés organiques dont la molécule contient un groupement hydroxyde ($-\text{OH}$) lié un carbone tétraédral (alcools aliphatiques).

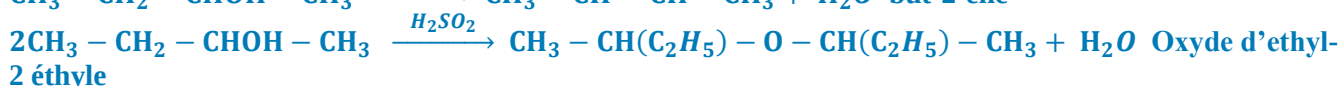
❖ **Les formules générales des alcools :**

- Les alcools primaires : $\text{R} - \text{OH}$
- Les alcools secondaires : $\text{R} - \text{CHOH} - \text{R}'$
- Les alcools tertiaires : $\begin{array}{c} \text{R} - \text{C} - \text{R}' \\ | \\ \text{R}'' \end{array}$

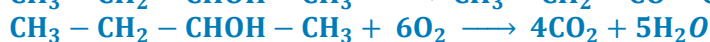
❖ **La structure de fonction alcool :**



❖ **Produits de déshydratation du butan-2-ol sont :**



❖ **Equations bilan de l'oxydation du butan-2-ol :**



Amines

Consigne 1 :

1. Définis les termes ou les suivants : un composé nucléophile, la nucléophilie, un réactif électrophile.
- 2.1. Définis une amine et indique les différents types d'amines.
- 2.2. Les amines sont des composés nucléophiles ; que signifie ce terme ? quelle est l'origine de cette propriété ?
- 2.3. Quelle est la principale manifestation de la nucléophilie des amines ?

Synthèse :

1. Définitions :

- **Un composé nucléophile** : C'est un composé capable de capter un noyau riche en protons.
- **La nucléophilie** : est la capacité qu'a une espèce chimique de s'attaquer aux noyaux riches en protons.
- **Un réactif électrophile** : C'est un réactif qui possède un centre pauvre en électrons, est attiré par un électron (ami d'électron).

2.1. Définition d'une amine :

Une amine : c'est un composé organique dérivant de l'ammoniac NH_3 par remplacement d'un, deux ou trois atomes d'hydrogènes par un, deux ou trois groupes carbonés.

Il existe trois types d'amines :

- Les amines primaires : $\text{R} - \text{NH}_2$
- Les amines secondaires : $\text{R} - \text{NH} - \text{R}'$
- Les amines tertiaires : $\begin{array}{c} \text{R} - \text{N} - \text{R}' \\ | \\ \text{R}'' \end{array}$

2.2. Le terme nucléophile signifie l'attraction d'un centre déficitaire en électron.

Origine : C'est la présence du doublet d'électrons libres de l'atome d'azote.

2.3. La principale manifestation de la nucléophilie des amines est leur réaction avec les halogénures d'alkyle (R-X).

Consigne 2 :

1. En combien de classes les amines peuvent-elles être réparties ?
2. Donne les formules générales des différentes classes d'amines.
3. Donne un exemple de chaque classe en précisant son nom

Synthèse :

1. Les amines sont réparties en trois classes.
2. Les formules générales des différentes classes :

- Les amines primaires : $\text{R} - \text{NH}_2$
- Les amines secondaires : $\text{R} - \text{NH} - \text{R}'$
- Les amines tertiaires : $\begin{array}{c} \text{R} - \text{N} - \text{R}' \\ | \\ \text{R}'' \end{array}$

3. Un exemple de chaque classe en précisant son nom

- Amine primaire : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$: propan-1-amine
- Amine secondaire : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$: N-méthyl éthylamine
- Amine tertiaire : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{N}(\text{CH}_3)_2$: N,N-diméthyl éthylamine

Consigne 3 :

Définis les trois classes d'amines aliphatiques en illustrant chaque cas par une formule semi-développée plane et le nom correspondant. Quelles sont les propriétés propres à la fonction amine. Les justifie.

Synthèse :

❖ Définitions

▪ **Amine primaire :**

Une amine est primaire lorsque l'atome d'azote est directement lié à un seul groupe carboné R.

Formule semi développée : $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ méthylamine

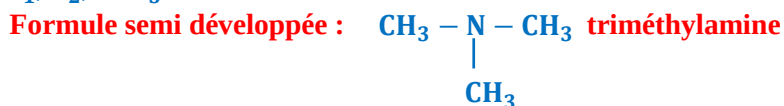
▪ **Amine secondaire :**

Une amine est secondaire lorsque l'atome d'azote est directement lié à deux groupes carbonés R et R'.

Formule semi développée : $\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{CH}_3$ N-méthyl methanamine

▪ **Amines tertiaires :**

Une amine est tertiaire lorsque l'atome d'azote est directement lié à trois groupes carbonés $R_1, R_2, \text{ et } R_3$.



❖ **Les propriétés propres à la fonction amine sont :**

▪ **Caractères basiques des amines :**

Les amines sont des bases faibles :



Le caractère basique s'explique par la présence du doublet non liant porté par l'atome d'azote.

▪ **Caractères nucléophiles des amines :**

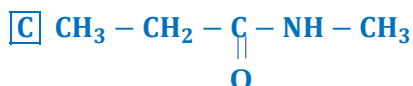
La présence du doublet d'électrons sur l'atome d'azote fait que les amines ont des affinités pour les sites électrophiles (pauvre en électron).

On dit que les amines ont un caractère nucléophile qui est à l'origine de réactions d'alkylation et d'acylation

Acides carboxyliques

Consigne 1 :

On considère les composés dont les formules semi-développées sont les suivantes :



1) Nomme les composés A, B, C et D.

2) L'une des molécules est chirale. Laquelle ?

▪ Quelle est l'origine de cette chiralité ?

▪ Donne la représentation spatiale de chacun des énantiomères.

3) Le composé B peut être obtenu à partir d'un acide carboxylique et d'un alcool.

Ecris les formules semi-développées de cet acide et cet alcool et citer les caractéristiques de cette réaction.

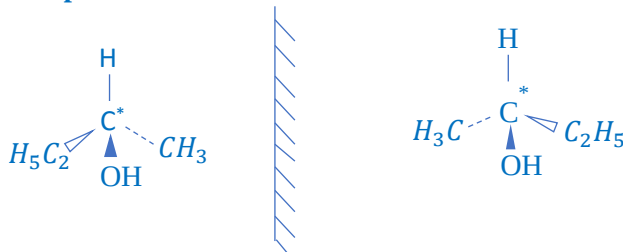
Synthèse :

1. Noms des composés A, B, C et D :

A. Butan-2-ol ; B. Benzoate d'éthyle ; C. N-méthyl, propanamide ; D. but-2-ène

2. La molécule A est chirale. L'origine de cette chiralité est la présence d'un carbone asymétrique.

Représentation spatiale de ces énantiomères :



3.  COOH Acide benzoïque ; $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$ éthanol

Les caractéristiques de cette réaction : C'est une réaction lente, réversible, athermique et limitée.

Consigne 2 :

1. Parmi les propositions suivantes, quelles sont celles qui sont vraies ? Justifie ta réponse en écrivant leurs formules semi développées La formule brute $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ peut présenter :

a. Le 2-méthylhexan-1-ol ; d. Un éther oxyde ;

b. L'hexan-3-ol e. Le cyclohexanol ;

c. Le 3-méthyl pentan-2-ol f. Le 3,3-diméthylbutan-1-ol

2. Donne l'équation bilan de formation d'un amide non substitué à partir de l'ammoniac (NH_3) et d'un chlorure d'acyle $RCOCl$.

Synthèse :

1. Propositions répondant à la formule brute $C_6H_{14}O$:

b) (vraie) car hexan-2-ol: $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CHOH - CH_3$ a pour formule $C_6H_{14}O$

c) (vraie) car 3-méthylpentan-2-ol: $CH_3 - CH_2 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - CHOH - CH_3$ a pour formule $C_6H_{14}O$

f) (vraie) car 3,3-diméthylbutan-1-ol: $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - CH_2 - CH_2OH$ a pour formule $C_6H_{14}O$

2. Par action de l'ammoniac sur un chlorure d'acyle on obtient un amide :



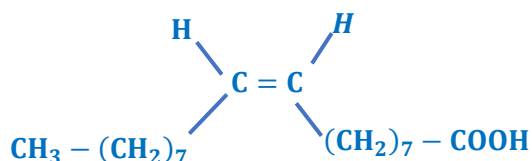
Consigne 3 :

L'huile d'olive contient principalement de l'oléine qui est le triester du glycérol $C_3H_8O_3$ et de l'acide oléique $C_{17}H_{33} - COOH$.

1. Écris la formule semi-développée du glycérol et donne son nom en nomenclature officielle.
2. La chaîne carbonée de l'acide oléique est linéaire, elle présente une double liaison entre les carbones 9 et 10 et adopte la configuration Z. Donne la formule semi-développée et le nom de l'acide.
3. Comment appelle-t-on la réaction entre le triester du glycérol et la soude ? Écris son équation bilan et nomme le produit solide.

Synthèse :

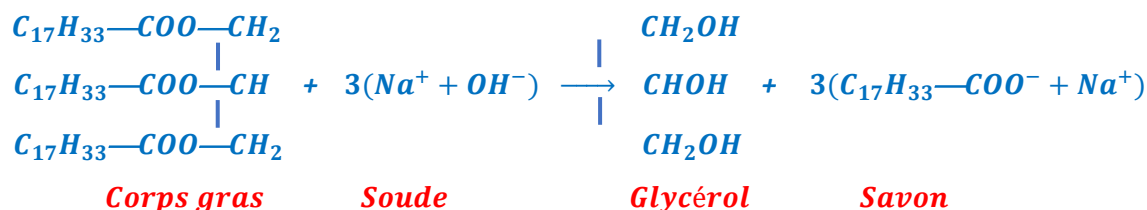
1. La formule semi-développée et le nom du glycérol :
 $HO - CH_2 - CHOH - CH_2 - OH$: propan-1,2,3-triol
2. La formule semi-développée et le nom de l'acide :



Nom : Z-acide octadec-9-énoïque

3. C'est une réaction de saponification

Equation :



Consigne 4:

On veut préparer la propanamide à partir du propène. Écris les équations bilans correspondant à chaque étape et nomme les produits obtenus à la fin de chaque réaction.

Synthèse :

Les équations sont :

- $CH_3 - CH = CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$
- $CH_3 - CH_2 - CH_2OH \xrightarrow{ox} CH_3 - CH_2 - COOH$
- $CH_3 - CH_2 - COOH + NH_3 \xrightarrow{\text{A froid}} CH_3 - CH_2 - COONH_4$
- $CH_3 - CH_2 - COONH_4 \xrightarrow{\Delta} CH_3 - CH_2 - CONH_2 + H_2O$

Acides α -aminés

Consigne 1 :

1. Définis un acide α -aminé et justifie leur appellation de composé polyfonctionnel.
2. Définis les concepts suivants : un amphion, une liaison peptidique, un composé amphotère, un dipeptide, une protéine et un polypeptide.

Synthèse :

1. **Définition :** un acide α -aminé est un composé organique renfermant dans sa molécule les groupements fonctionnels $-\text{COOH}$ et $-\text{NH}_2$ liés au même atome de carbone.
Leur formule générale est : $\text{R} - \text{CH} - \text{COOH}$



Justification : cette appellation est justifiée par la présence des groupements carboxylique $-\text{COOH}$ et amino $-\text{NH}_2$.

2. Définitions :

- **Un amphion :** C'est un ion dipolaire mixe obtenu à partir d'un acide α -aminé en milieu neutre
- **Une liaison peptidique :** c'est la liaison entre $-\text{CO}$ et $-\text{HN}$ obtenue par l'élimination d'une molécule entre les groupements $-\text{COOH}$ et $-\text{NH}_2$.
- **Un composé amphotère :** C'est un composé qui possède à la fois les propriétés acides et basique.
- **Un dipeptide :** est un composé de deux molécules d'acides α -aminés reliées entre elles par une liaison peptidique.
- **Une protéine :** est polypeptide contenant plus de 50 molécules d'acides α -aminés.
- **Un polypeptide :** est une macromolécule comportant plusieurs liaisons peptidiques.

Consigne 2 :

Soit le composé : $(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$

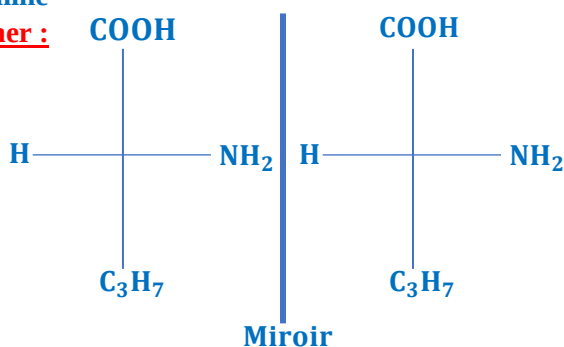
1. Donne son nom, sa fonction et sa présentation de Fischer.
2. Donne la forme sous laquelle on lui trouve en solution aqueuse et le nom. Explique son caractère amphotère.
3. Écris les formules des acides α -aminés suivants en notant le (ou les) carbone(s) asymétrique(s) par un astérisque (C^*) :
 - a. Acide 2-amino 3-hydroxybutanoïque
 - b. Acide 2-amino propanoïque
 - c. Acide 2-amino 3-méthyl pentanoïque.

Synthèse :

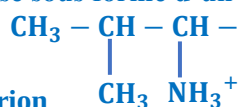
1. **Son nom :** Acide 2-amino,3-méthylbutanoïque

❖ **Sa fonction :** acide α -aminé

❖ **Représentation de Fischer :**



2. Il se trouve en solution aqueuse sous forme d'un ion bipolaire :



Le nom : Amphion ou Zwitterion

Son caractère amphotère : s'explique qu'il est tantôt acide tantôt base.

3. Formules des acides aminés et notation des carbones asymétriques :

❖ Acide 2-amino, 3-hydroxybutanoïque : $\text{CH}_3 - \overset{*}{\text{CHOH}} - \overset{*}{\text{CH}} - \text{COOH}$

❖ Acide 2-amino, 3-méthylpentanoïque : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{*}{\text{CH}}(\text{NH}_2) - \overset{*}{\text{CH}}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$

❖ Acide 2-amino propanoïque : $\text{CH}_3 - \overset{*}{\text{CH}}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$

Consigne 3 :

1. Définis l'amphion et complète les réactions suivantes :



Précise le caractère mis en évidence par ces réactions.

2. Définis une liaison peptidique et complète la réaction suivante:



Synthèse :

1. **Un amphion :** est un ion bipolaire résultant de la dissociation d'un acide α -amine.

Complétons les réactions :



Précisons le caractère mis en évidence par ces réactions.

En milieu acide, l'acide α -aminé se comporte comme une base (réaction 1).

En milieu basique, l'acide α -aminé se comporte comme un acide (réaction 2).

Il a donc un caractère amphotère.

2. **Une liaison peptidique :** c'est la liaison entre $-\text{CO}$ et $-\text{HN}$ obtenue par l'élimination d'une molécule entre les groupements $-\text{COOH}$ et $-\text{NH}_2$.

Equation



Consigne 4 :

Définis et identifie une liaison peptidique et donne la différence entre un peptide et une protéine.

Synthèse :

Liaison peptidique : c'est une liaison obtenue par élimination d'eau entre les groupements $-\text{COOH}$ et $-\text{NH}_2$.

Identification : $-\text{CONH}-$

Différence entre peptide et protéine :

Un peptide contient au moins une liaison peptidique alors qu'une protéine est formée d'un nombre très élevé de liaisons peptidiques (masse molaire $> 10^4 \text{ g. mol}^{-1}$).

Glucoses

Consigne 1 :

Donne la structure de la molécule de glucose et les propriétés chimiques liées aux fonctions organiques que renferme cette molécule.

Synthèse :

- **Structure de la molécule de glucose :**

Le glucose de formule brute $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ renferme une fonction aldéhyde, une fonction alcool primaire et quatre (4) fonctions alcool secondaire.

Sa formule semi développée est : $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CHO}$

- **Propriétés chimiques liées aux fonctions chimiques :**

- **Propriétés dues à la fonction aldéhyde :**

Il s'agit de la réduction de la liqueur de Fehling ou du nitrate d'argent ammoniacal avec dépôt d'oxyde cuivreux rouge (L. F) ou d'argent métallique (N.Ag. Ammoniacal). Il se forme dans chaque cas de l'acide gluconique.

- **Propriétés dues aux fonctions alcools :**

- Réactions d'estérification avec les acides organiques, il se forme des polyesters.
- Réaction d'oxydation avec les acides oxydants (HNO_3 ; H_2SO_4), on obtient : acide gluconique puis l'acide saccharique et par rupture de la molécule, l'acide oxalique.

Polymères Synthétiques

Consigne 1 :

1. Définis les concepts suivants : polymère ; monomère ; motif ; polyaddition ; polycondensation ; polymérisation ; degré de polymérisation.

2. Définis une réaction de polymérisation. Ecris l'équation de la réaction de polymérisation du chlorure de vinyle. Donne le nom de polymère obtenu.

Synthèse :

1. Définitions :

- **Polymère :** est une macromolécule obtenue par enchainement de plusieurs motifs.
 - **Monomère :** On appelle monomère, toute molécule pouvant réagir sur elle-même et sur le produit de sa réaction.
 - **Motif :** On appelle motif, la séquence d'atomes qui se répète n fois dans un polymère.
 - **Polyaddition :** C'est une réaction dans laquelle il y'a enchainement bout à bout de plusieurs monomères insaturés identiques.
 - **Polycondensation :**
 - **Polymérisation :** C'est la réaction de synthèse d'un polymère.
2. **Degré de polymérisation :** c'est le nombre de monomères (composé de départ) additionnés pour obtenir un polymère donné.

3. Définition :

Une réaction de polymérisation : c'est une réaction au cours de laquelle des molécules appelées monomères s'unissent pour donner une macromolécule appelée polymère.

Equation de la réaction de polymérisation du chlorure de vinyle.



Le nom du polymère obtenu : C'est le polychlorure de vinyle (PVC)

Consigne 2 :

1. Ecris les formules de l'acide décanedioïque et de l'hexan-1,6diamine.
2. Ecris la réaction de polymérisation entre une molécule du diacide et une molécule de la diamine.
3. Quel est le motif du polymère de condensation que l'on pourrait obtenir ? Comment désignerait-on le nylon correspondant ?

Synthèse :

1. Les formules :

- ❖ **Acide décanedioïque :** $\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_8 - \text{COOH}$
- ❖ **Hexan-1,6-diamine :** $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$

2. Réaction de polymérisation :



3. Le motif du polymère :



Désignation du nylon correspondant : c'est le nylon 6,10

Consigne 3 :

1. Donne les formules du chlorure de décanedioyle et de l'hexan-1,6diamine, écris le motif du polymère que l'on obtient en réalisant la polycondensation de ces deux molécules.
2. Quel nom donnerait-on à ce polymère ?

Synthèse :

1. Les formules :

- ❖ **Chlorure de décanedioyle :** $\text{ClOC} - (\text{CH}_2)_8 - \text{COCl}$
- ❖ **Hexan-1,6-diamine :** $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$

Le motif du polymère :



2. Le nom du polymère :

c'est le nylon 6,10

Cinétique chimique

Consigne 1:

Définis la cinétique chimique. Cite :

- a) Les différents types de réaction
- b) Les différents facteurs de la vitesse

Synthèse :

La cinétique chimique : C'est l'étude de l'évolution temporelle des réactions chimiques

Citons :

a) Différents types des réactions chimiques :

On distingue trois (3) réactions naturelles : réactions rapides, réactions lentes et réactions infiniment lentes

b) Différents facteurs cinétiques : sont la concentration, la température et les catalyseurs.

Consigne 2:

Définis la catalyse. Quand dit-on qu'une catalyse est homogène, hétérogène ?

Donne un exemple dans chaque cas. Quels sont les caractères distinctifs à ces deux types de catalyse ?

Synthèse :

Catalyse : c'est l'action d'un catalyseur sur une réaction chimique.

❖ Une catalyse est homogène si le catalyseur appartient à la même phase que les réactifs.

Exemple : H_3O^+ dans l'estérification.

❖ Une catalyse est hétérogène si le catalyseur n'appartient pas à la même phase que les réactifs.

Exemple : Hydrogénation des alcènes en présence du Ni.

❖ Les Caractères distinctifs à ces deux types de catalyse :

La différence entre catalyse homogène et catalyse hétérogène est que :

▪ Dans la catalyse homogène, le catalyseur et le milieu réactionnel appartiennent à la même phase alors que dans la catalyse hétérogène, ils appartiennent à des phases différentes.

▪ Mode de fonctionnement :

Dans la catalyse homogène, le catalyseur utilise des intermédiaires à partir desquels il reste intact alors que dans la catalyse hétérogène, la réaction se passe sur la surface du catalyseur solide ; l'état de la surface et les dimensions du catalyseur influent sur la vitesse de la réaction.

Consigne 3:

1. Définis une réaction d'ordre 1.

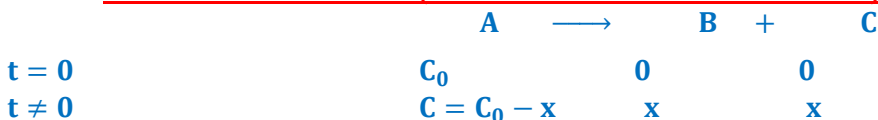
2. Etablis de la loi de variation de la concentration d'une réaction d'ordre 1.

3. Après avoir défini le temps de demi réaction, établis son expression.

Synthèse :

1. Une réaction d'ordre 1 : est une réaction dont la molarité est 1.

2. La loi de transformation (loi de variation de la concentration) :



C_0 : est la concentration initiale.

X : est la concentration dissociée

C : est la concentration restante à un instant quelque t.

Détermination de k :

La vitesse de disparition : $v = -\frac{dC}{dt}$ (1)

D'après la loi de Vant'Hoff pour une réaction d'ordre 1 : $V=kC$ (2)

$$V=V \Rightarrow -\frac{dC}{dt} = kC \Leftrightarrow \frac{dC}{C} = -kdt \Leftrightarrow \int_{C_0}^C \frac{dC}{C} = -\int_0^t kdt \Leftrightarrow [\ln C]_{C_0}^C = -kt + \text{cste}$$

$$\Leftrightarrow \ln C - \ln C_0 = -kt \Leftrightarrow \ln C_0 - \ln C = kt \Leftrightarrow \ln \frac{C_0}{C} = kt \Leftrightarrow k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C} \quad \text{D'où } \boxed{k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}}$$

Détermination de C :

$$\text{On a : } \ln \frac{C_0}{C} = kt \Leftrightarrow e^{-kt} = \frac{C_0}{C} \Leftrightarrow C = C_0 e^{-kt}$$

D'où $\boxed{C = C_0 e^{-kt}}$ variation de la concentration en fonction du temps.

3. Temps de demi-réaction :

- Définition : C'est le temps du bout duquel la quantité initiale des réactifs a diminué de moitié.

- Expression :

$$\text{A } t = t_{1/2}, \text{ on a : } C = \frac{C_0}{2} \Rightarrow k = \frac{1}{t_{1/2}} \ln \frac{C_0}{C_0/2} \Rightarrow k = \frac{1}{t_{1/2}} \ln 2 \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{k} \ln 2 \quad \text{D'où } \boxed{t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}}$$

Consigne 4:

1. Définis une réaction d'ordre 2.

2. Etablis de la loi de variation de la concentration d'une réaction d'ordre 2.

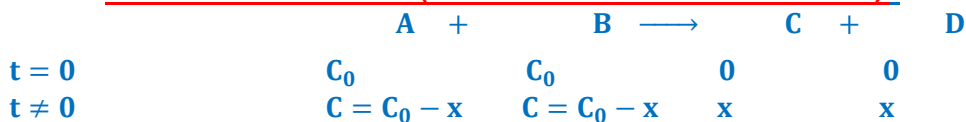
3. Après avoir défini le temps de demi réaction, établis son expression.

Synthèse :

1. **Définition :** C'est une réaction dont la molarité est 2.

C'est une réaction du type : $A + B \longrightarrow C + D$

2. **La loi de transformation (loi de variation de la concentration) :**



C_0 : est la concentration initiale.

X : est la concentration dissociée

C : est la concentration restante à un instant quelque t .

Détermination de k :

La vitesse de disparition : $v = -\frac{dC}{dt}$ (1)

D'après la loi de Vant'Hoff pour une réaction d'ordre 2 : $V=kC^2$ (2)

$$V=V \Rightarrow -\frac{dC}{dt} = kC^2 \Leftrightarrow \frac{dC}{C^2} = -kdt \Leftrightarrow -\int_{C_0}^C \frac{dC}{C^2} = \int_0^t kdt \Leftrightarrow \left[\frac{1}{C} \right]_{C_0}^C = kt + \text{cste}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = kt \Leftrightarrow k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right)$$

$$\text{D'où } k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right)$$

Détermination de C :

$$\text{On a : } \frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = kt \Leftrightarrow \frac{1}{C} = kt + \frac{1}{C_0} \Leftrightarrow \frac{1}{C} = \frac{ktC_0 + 1}{C_0} \Leftrightarrow C = \frac{C_0}{ktC_0 + 1}$$

D'où $C = \frac{C_0}{ktC_0 + 1}$ variation de la concentration en fonction du temps.

3. **Temps de demi-réaction :**

- **Définition :** C'est le temps du bout duquel la moitié réactifs initiaux des réactifs disparaît.

- **Expression :**

$$\text{A } t = t_{1/2}, \text{ on a : } C = \frac{C_0}{2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{k} \left(\frac{1}{\frac{C_0}{2}} - \frac{1}{C_0} \right) \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{k} \left(\frac{2}{C_0} - \frac{1}{C_0} \right) \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{kC_0}$$

$$\text{D'où } t_{1/2} = \frac{1}{kC_0}$$

Consigne 5 :

1. Explique ce qui distingue une réaction simple d'une réaction complexe.
2. Explique la grande réactivité des centres actifs.

Synthèse :

1. **Distinction entre une réaction simple et une réaction complexe :**

Une réaction qui s'effectue en un seul stade est dite simple tandis qu'elle est complexe lorsque sa réalisation demande plusieurs stades.

2. **La grande réactivité des centres actifs :**

La grande réactivité chimique d'un centre actif est due à cet électron célibataire.

Consigne 6 :

Qu'appelle-t-on réaction en chaîne ? Précise les différentes phases de cette réaction et donne un exemple illustrant ce mécanisme réactionnel.

Synthèse :

➤ **Réaction en chaîne :**

C'est une réaction comportant trois étapes : l'initiation, la propagation et la rupture (ou encore appelée terminaison d'arrêt).

➤ **Les différentes phases d'une réaction en chaîne :**

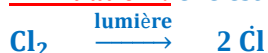
Ce sont l'initiation, la propagation et la rupture.

➤ **Exemple :** Mécanisme de la synthèse du mono chloration du méthane

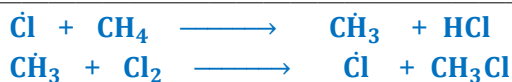


Les différentes phases de cette réaction est :

L'initiation : elle est photochimique ; au cours de cette phase la lumière transforme Cl_2 en centre actif.



La propagation : Au cours cette phase $\dot{Cl}$ disparaît en réagissant sur CH_4 qui se transforme en $\dot{CH}_3$ puis réapparaît.

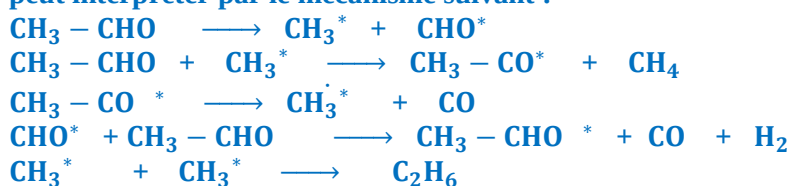


La rupture : C'est la combinaison entre centres actifs.



Consigne 7:

Dans un certain domaine de température et de pression, la décomposition de l'éthanol est une réaction simple : $\text{CH}_3 - \text{CHO} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$. Mais en général, elle constitue une réaction complexe que l'on peut interpréter par le mécanisme suivant :



1. Explique ce qui distingue une réaction simple d'une réaction complexe.
2. Indique les différentes étapes dans le mécanisme ci-dessus proposé. On indiquera les centres actifs qui interviennent dans ce mécanisme.

Synthèse :

1. Distinction entre une réaction simple et une réaction complexe :

Une réaction qui s'effectue en un seul stade est dite simple tandis qu'elle est complexe lorsque sa réalisation demande plusieurs stades.

2. Les différentes étapes :

Toute réaction en chaîne ou réaction radicalaire implique trois étapes principales :

- L'initialisation (naissance des radicaux) : étape 1 ;
- La propagation (croissance) : étapes 2, 3 et 4 ;
- La rupture de chaîne (disparition des valences libres) : étape 5.

Les centres actifs sont les radicaux.

Consigne 8 :

La formation du monochlorométhane à partir du méthane et du dichlore est une réaction en chaîne.

a) Définis une réaction en chaîne

b) Propose un mécanisme de cette réaction et indique les différentes étapes.

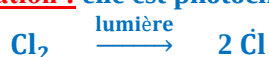
Synthèse :

➤ Réaction en chaîne :

C'est une réaction comportant trois étapes : l'initiation, la propagation et la rupture (ou encore appelée terminaison d'arrêt).

➤ Mécanisme de la réaction

L'initiation : elle est photochimique ; au cours de cette phase la lumière transforme Cl_2 en centre actif.



La propagation : Au cours cette phase $\dot{\text{Cl}}$ disparaît en réagissant sur CH_4 qui se transforme en CH_3 puis réapparaît.



La rupture : C'est la combinaison entre centres actifs.



Consigne 9 :

Définis la catalyse. Quelles sont ses propriétés ? Donne quelques applications courantes d'une catalyse.

Synthèse :

❖ **Catalyse :** c'est l'action d'un catalyseur sur une réaction chimique.

❖ **Propriétés d'une catalyse :**

- Un catalyseur a un rôle purement cinétique ;
- Un catalyseur est sélectif ;
- Un catalyseur est utilisé en générale en petite quantité.
- Un catalyseur n'apparaît pas dans l'équation de la réaction, il n'est pas consommé
- Une réaction donnée ne peut être catalysée que par un nombre déterminé de catalyseurs. Cette propriété est plus particulièrement vérifiée en catalyse hétérogène et surtout en catalyse enzymatique.

❖ Applications de la catalyse :

Elles sont nombreuses et se situent :

- Dans l'industrie chimique ;
- En biochimie ;
- En pétrochimie ;
- Dans la vie courante.

Consigne 10 :

Définis les expressions suivantes : un mécanisme réactionnel, un catalyseur, un acte élémentaire, une réaction simple, une réaction complexe, un centre actif, une réaction photochimique, une réaction thermochimique, une équation bilan, une énergie lumineuse.

Synthèse :

Mécanisme réactionnel : C'est l'ensemble des actes élémentaires qui décrivent la réaction globale.

Catalyseur : C'est une substance qui augmente la vitesse de formation d'un corps sans entrer dans le bilan de la réaction.

Acte élémentaire : On appelle acte élémentaire, une réaction ayant réellement lieu au niveau microscopique, c'est-à-dire se déroulant par passage direct du réactif au produit. C'est un choc intermédiaire.

Une réaction simple : C'est une réaction qui se passe en un seul acte élémentaire.

Une réaction complexe : C'est une réaction comportant plusieurs phases.

Un centre actif (radical) : est un atome ou un groupe d'atomes possédant un électron célibataire. La grande réactivité chimique d'un centre actif est due à cet électron célibataire.

Une réaction photochimique : est une réaction qui se fait en présence de la lumière.

Une réaction thermochimique : est une réaction qui se fait en présence de la chaleur.

Equation bilan : C'est le schéma final d'une réaction chimique sans tenir compte des étapes intermédiaires.

Energie lumineuse : c'est l'énergie contenue dans une radiation lumineuse.

Equilibres chimiques

Consigne 1 :

1. Définis les concepts suivants : équilibre chimique, la variance d'un système, le degré de dissociation, une phase, l'équilibre homogène, l'équilibre hétérogène, un facteur d'équilibre.
2. Cite (3) facteurs et énonce la loi de déplacement de l'équilibre relative à chacun de ces facteurs.

Synthèse :

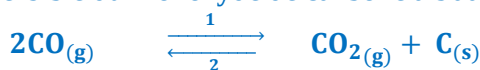
1. Définitions :

- Équilibre chimique : c'est l'état où deux réactions inverses se limitent mutuellement. C'est l'état où le mélange réactionnel n'évolue plus.
 - La variance d'un système : c'est le nombre de paramètres internes qui caractérisent un état d'équilibre.
 - Le degré de dissociation : On appelle degré (coefficient) de dissociation noté α le rapport entre la quantité de matière de A ionisée sur la quantité de B ou C obtenue si la réaction avait été totale.
 - Une phase : on appelle phase ϕ , toute partie homogène d'un système.
 - L'équilibre homogène : est l'équilibre dans lequel le mélange réactionnel constitue une seule phase.
 - L'équilibre hétérogène : est l'équilibre dans lequel le mélange réactionnel constitue plusieurs phases.
 - Un facteur d'équilibre : est un paramètre variable indépendant dont la modification fait déplacer l'équilibre.
2. Facteurs d'équilibre : ce sont la température, la pression et la concentration.
 - Influence de la température : loi de Van't Hoff : Dans un système à l'équilibre à pression constante, une augmentation de la température déplace l'équilibre dans le sens endothermique tandis qu'une diminution dans le sens exothermique.
 - Influence de la pression : loi de Lechatelier : Dans un système à l'équilibre à température constante, une augmentation de la pression déplace l'équilibre dans le sens qui va vers les plus petits nombres de moles gazeux tandis qu'une diminution dans le sens qui va vers les plus grands nombres de moles gazeux.

- **Influence de la concentration : loi de modération :** Dans un système à l'équilibre à température constante, une augmentation de la concentration de l'un des corps déplace l'équilibre dans le sens de disparition de ce corps tandis qu'une diminution dans le sens d'apparition du corps

Consigne 2 :

Soit la réaction de dissociation réversible du monoxyde de carbone à 900°C.



- 1) Calcule la variance de ce système.
- 2) Etablis les expressions des constantes d'équilibre relatives aux concentrations molaires et aux pressions partielles pour ce système. Déduis la relation entre ces deux constantes.

Synthèse :

- 1) **La variance :**

$$V = C + K - \phi \text{ avec } C = N - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$V = 2 + 2 - 2 = 2 \text{ (bivariant)}$$

- 2) **Les expressions de constantes d'équilibres :**

- **Expression de K_c :**

$$\text{Dans le sens 1 : } V_1 = K_1[\text{CO}]^2 \Rightarrow K_1 = \frac{V_1}{[\text{CO}]^2}$$

$$\text{Dans le sens 2 : } V_2 = K_2[\text{CO}_2] \Rightarrow K_2 = \frac{V_2}{[\text{CO}_2]}$$

$$K_c = \frac{K_1}{K_2} = \frac{V_1}{[\text{CO}]^2} \times \frac{[\text{CO}_2]}{V_2} \text{ Or l'équilibre } V_1 = V_2 \Rightarrow \boxed{K_c = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]^2}}$$

- **Expression de K_p**

$$K_p = \frac{P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CO}}^2} \Rightarrow \boxed{K_p = \frac{P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CO}}^2}}$$

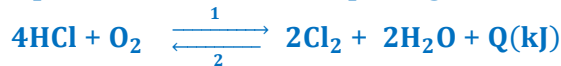
- **Relation entre K_c et K_p :**

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \text{ avec } \Delta n = 1 - 2 = -1$$

$$K_p = K_c(RT)^{-1} \Rightarrow \boxed{K_p = \frac{K_c}{RT}}$$

Consigne 3 :

Soit une réaction traduite par l'équation bilan suivante en phase gazeuse :



1. Indique l'influence d'une variation de température et de pression sur cet équilibre. Enonce les lois correspondantes.
2. Donne pour cette équation bilan les expressions de K_c et K_p et la relation entre K_c et K_p .

Synthèse :

1. **Pour la température :**

Une élévation de la température déplace l'équilibre dans le sens 2 (endothermique) et une diminution dans le sens 1 (exothermique).

Enonce de la loi : loi de Vant'Hoff :

À pression constante, une augmentation de la température déplace l'équilibre dans le sens endothermique tandis qu'une diminution dans le sens exothermique.

Pour la pression :

Une augmentation de la pression déplace l'équilibre dans le sens (2) et une diminution dans le sens (1).

Enonce de la loi : loi de Lechatelier :

À température constante, une augmentation de la pression déplace l'équilibre dans le sens de diminution de volume et inversement.

2. **Les expressions de constantes d'équilibres :**

- **Expression de K_c :**

$$K_c = \frac{[\text{Cl}_2][\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{HCl}]^4[\text{O}_2]} \Rightarrow \boxed{K_c = \frac{[\text{Cl}_2][\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{HCl}]^4[\text{O}_2]}}$$

- **Expression de K_p**

$$K_p = \frac{P_{\text{Cl}_2} P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{HCl}}^4 P_{\text{O}_2}} \Rightarrow \boxed{K_p = \frac{P(\text{Cl}_2)P^2(\text{H}_2\text{O})}{P^4(\text{HCl})P(\text{O}_2)}}$$

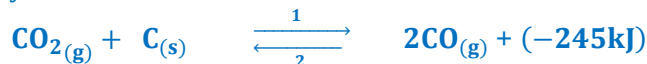
- **Relation entre K_c et K_p :**

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \text{ avec } \Delta n = 4 - 5 = -1$$

$$K_p = K_c(RT)^{-1} \Rightarrow K_p = \frac{K_c}{RT}$$

Consigne 4 :

Soit la réaction entre le dioxyde de carbone et le carbone solide.



1. Indique l'influence d'une variation de température et de pression sur cet équilibre. Énonce les lois correspondantes.
2. Définis et calcule la variance de ce système.

Synthèse :

1.

- ❖ Une augmentation de la pression déplace l'équilibre dans le sens (2) et une diminution dans le sens (1).

Énonce de la loi : loi de Lechatelier :

À température constante, une augmentation de la pression déplace l'équilibre dans le sens de diminution de volume et inversement.

- ❖ Une augmentation de la température déplace l'équilibre dans le sens 1 (endothermique) et une diminution dans le sens 2 (exothermique).

Énonce de la loi : loi de Vant'Hoff :

À pression constante, une augmentation de la température déplace l'équilibre dans le sens endothermique tandis qu'une diminution dans le sens exothermique.

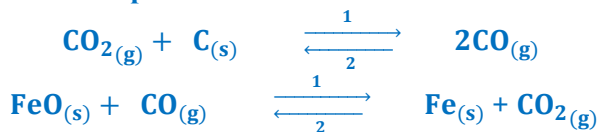
2. **La variance :** c'est le nombre de paramètres internes qui caractérisent un état d'équilibre.

$$V = C + K - \phi \text{ avec } C = N - 1$$

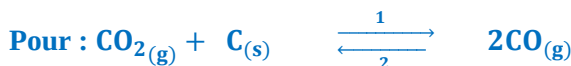
$$V = 2 + 2 - 2 = 2 \text{ (bivariant)}$$

Consigne 5 :

Écris pour chacun des équilibres suivants, la relation existante entre les constantes K_p et K_c à la température T . Quelle est l'action de la pression sur chacun.



Synthèse :



- Les expressions de constantes d'équilibres :

- Expression de K_c :

$$\text{Dans le sens 1 : } V_1 = K_1[\text{CO}_2] \Rightarrow K_1 = \frac{V_1}{[\text{CO}_2]}$$

$$\text{Dans le sens 2 : } V_2 = K_2[\text{CO}]^2 \Rightarrow K_2 = \frac{V_2}{[\text{CO}]^2}$$

$$K_c = \frac{K_2}{K_1} = \frac{V_1}{[\text{CO}_2]} \times \frac{[\text{CO}]^2}{V_2} \text{ Or l'équilibre } V_1 = V_2 \Rightarrow K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$$

- Expression de K_p

$$K_p = \frac{P_{\text{CO}}^2}{P_{\text{CO}_2}} \Rightarrow K_p = \frac{P_{\text{CO}}^2}{P_{\text{CO}_2}}$$

- Relation entre K_c et K_p :

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \text{ avec } \Delta n = 2 - 1 = 1 \Rightarrow K_p = K_c(RT)^1 \Rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)$$

- L'influence de la pression :

Une augmentation de la pression déplace l'équilibre dans le sens (2) et une diminution dans le sens (1).



- Les expressions de constantes d'équilibres :

- Expression de K_c :

$$\text{Dans le sens 1 : } V_1 = K_1[\text{CO}] \Rightarrow K_1 = \frac{V_1}{[\text{CO}]}$$

$$\text{Dans le sens 2 : } V_2 = K_2[\text{CO}_2] \Rightarrow K_2 = \frac{V_2}{[\text{CO}_2]}$$

$$K_C = \frac{K_1}{K_2} = \frac{V_1}{[CO]} \times \frac{[CO_2]}{V_2} \text{ Or l'équilibre } V_1 = V_2 \Rightarrow K_C = \frac{[CO_2]}{[CO]}$$

▪ **Expression de K_p**

$$K_p = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}^2} \Rightarrow K_p = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}}$$

▪ **Relation entre K_c et K_p :**

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \text{ avec } \Delta n = 1 - 1 = 0$$

$$K_p = K_c(RT)^0 \Rightarrow K_p = K_c$$

○ **L'influence de la pression :**

Le nombre de mole gazeux ne varie pas alors la pression n'est pas un facteur d'influence sur ce système.

Consigne 6 :

1) Décris brièvement une expérience d'estérification.

2) Donne les principales caractéristiques de la réaction d'estérification.

Synthèse :

1. **Une expérience d'estérification.**

Plusieurs tubes scellés contenant chacun un mélange équimolaire d'acide éthanoïque et d'éthanol sont placés dans une étuve maintenue à température constante. Pour suivre l'évolution de la réaction on dose à différentes dates, l'acide restant dans le milieu réactionnel à l'aide d'une solution de soude de concentration C_b . On peut déterminer ainsi les quantités de matières d'ester formé aux différentes dates.

2. **Les principales caractéristiques de la réaction d'estérification :**

L'estérification est une réaction réversible, lente, athermique et limitée.

Les solutions aqueuses

Consigne 1 :

Définis les concepts suivants : solvant, soluté, solution, solution aqueuse, solution commerciale, concentration molaire, concentration massique, dilution, réaction d'autoprotolyse de l'eau, produit ionique de l'eau.

Synthèse :

- **Solvant :** C'est la substance en grande quantité capable de dissoudre d'autre corps.
- **Soluté :** C'est la substance dissoute dans le solvant.
- **Solution aqueuse :** On appelle solution aqueuse toute solution dont le solvant est l'eau.
- **Solution commerciale :**
- **Concentration molaire :** est le quotient du nombre de moles par le volume.
- **Concentration massique :** est la masse de soluté dissoute par litre de solution.
- **Dilution :** est l'opération qui consiste à diminuer la concentration d'une solution.
- **Réaction d'autoprotolyse de l'eau :** C'est un transfert de proton H^+ d'une molécule d'eau à une autre. Cette réaction est limitée et réversible.
- **Produit ionique de l'eau :** La réaction d'autoprotolyse de l'eau est traduite par une constante d'équilibre appelée produit ionique de l'eau et noté K_e . $K_e = [OH^-][H_3O^+]$

Consigne 2 :

Définis le pH d'une solution Explique sur des exemples précis pourquoi certaines solutions aqueuses sont neutres, acides, ou basiques. On se limitera à un exemple dans chaque cas.

Synthèse :

Définition :

On appelle pH d'une solution, le cologarithme décimal de la concentration molaire en ions hydronium H_3O^+ .

Explication :

- Une solution aqueuse est neutre si son pH = 7 Exemple : l'eau pure
- Une solution aqueuse est acide si son pH < 7 Exemple : solution d'acide chlorhydrique HCl.
- Une solution aqueuse est basique si son pH > 7 . Exemple solution de soude NaOH.

Couple acide-base

Consigne 1 :

1. Définis un acide selon Bronsted, une base selon Bronsted

2. Soit un couple acide base; définis sa constante d'acidité et le couple pK_a correspondant, et donne la relation liant le pH, le pK_a et les concentrations des formes acide et base.
3. Qu'appelle-t-on domaine de prédominance : applique la définition au couple HF/F^- ($pK_a = 3,2$).

Synthèse :

1. Définitions :

- **Un acide** : est une substance capable de céder un proton H^+ ou H_3O^+ .
 - **Une base** : est une substance capable de capter un proton H^+ ou H_3O^+ .
2. **La constante d'acidité K_a** : est une mesure quantitative de la force d'un acide en solution.

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]}$$

pK_a : On appelle pK_a d'une solution, le cologarithme décimal de la constante d'acidité K_a .

$$pK_a = -\log K_a$$

Relation entre pH et pK_a

On définit le pK_a comme $pK_a = -\log K_a$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{[AH]K_a}{[A^-]} \Rightarrow \log[H_3O^+] = \log K_a + \log \frac{[AH]}{[A^-]}$$

$$\Rightarrow -\log[H_3O^+] = -\log K_a - \log \frac{[AH]}{[A^-]} \Rightarrow pH = pK_a - \log \frac{[AH]}{[A^-]} \text{ ou } pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

$$\text{D'où } \boxed{pH = pK_a + \log \frac{[base]}{[acide]}}$$

3. **Domaine de prédominance** : c'est la zone où une des formes (acide ou basique) est prépondérante.
Son application au couple

- ❖ Pour $pH > 3,2$; F^- est prépondérant
- ❖ Pour $pH < 3,2$; HF est prépondérant
- ❖ Pour $pH = 3,2$; la solution est tampon.

Consigne 2 :

1. Définis le couple acide base. Établis l'expression de la constante d'acidité et déduis une classification des couples acide/base.
2. Donne le domaine de prédominance d'un acide et de sa base conjuguée.

Synthèse :

1. **Un couple acide base** : est un ensemble de deux espèces chimiques conjuguées par transfert de proton H^+ .

L'expression de la constante d'acidité :

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]}$$

Exemple : $CH_3 - COOH / CH_3 - COO^-$; $K_a = \frac{[CH_3 - COO^-][H_3O^+]}{[CH_3 - COOH]}$

Une classification des couples acide/base.

- Un acide faible est d'autant plus fort que son pK_a est plus faible et que sa constante d'acidité K_a est plus grande.
- Une base faible est d'autant plus forte que son pK_a est plus grand et que sa constante d'acidité K_a est plus petite.

2. **Domaine de prédominance**

La relation $pH = pK_a + \log \frac{[B]}{[A]}$ permet de définir trois domaines :

- $pH = pK_a \Rightarrow \log \frac{[B]}{[A]} = 0 \Rightarrow \frac{[B]}{[A]} = 1 \Rightarrow [B] = [A]$: l'acide A et la base B prédominent.
- $pH < pK_a \Rightarrow \log \frac{[B]}{[A]} < 0 \Rightarrow \frac{[B]}{[A]} < 1 \Rightarrow [B] < [A]$: l'acide A est l'espèce dominante.
- $pH > pK_a \Rightarrow \log \frac{[B]}{[A]} > 0 \Rightarrow \frac{[B]}{[A]} > 1 \Rightarrow [B] > [A]$: la base B est l'espèce dominante.

Consigne 3 :

Donne les définitions suivantes :

- a. Un acide
- b. Un indicateur coloré et sa zone de virage
- c. Dosage
- d. Le facteur d'ionisation d'un acide faible en solution aqueuse
- e. Le point d'équivalence.
- f. L'équivalence acido-basique

a. **Electrolyte :**

Synthèse :

a. **Un acide :** est une substance capable de céder un proton H^+ ou H_3O^+ .

b. **Un indicateur coloré :** est constitué par un couple acide base dont les formes conjuguées sont des couleurs différentes.

Zone de virage : on appelle zone de virage d'un indicateur coloré les limites du pH pendant lesquelles l'indicateur coloré change de teinte.

c. **Dosage :** doser une solution, c'est déterminer la concentration de cette solution.

d. **Le facteur d'ionisation d'un acide faible en solution aqueuse :** c'est le rapport entre la quantité d'acide dissociée et la quantité d'acide initialement mise en solution.

e. **Le point d'équivalence :** est le point E sur la courbe de dosage de coordonnées : $E(pH; V_b)$ s'il s'agit du dosage d'un acide par une base.

f. **L'équivalence acido-basique :** c'est lorsque le nombre de moles de l'acide dans la solution est égal au nombre de moles de la base.

g. **Electrolyte :** c'est une substance qui en solution conduit le courant électrique grâce au déplacement en sens inverse des ions.

Une solution tampon

Consigne :

Solution tampon : définition, caractéristiques, préparation et intérêt.

Synthèse :

Définition :

❖ **Une solution tampon :** est constituée d'un mélange équimolaire d'un acide faible et de sa base faible conjuguée.

❖ **Caractéristiques (propriétés) :**

Le pH d'une solution tampon est égal au pK_a du couple acide/base en solution.

Le pH d'une solution tampon varie très peu à l'ajout modéré d'acide, de base ou d'eau.

❖ **Méthodes de préparation d'une solution tampon :**

1^{ère} méthode : on réalise le mélange équimolaire d'une solution d'un acide faible avec une solution de sa base conjuguée. $C_a V_a = C_b V_b$

Exemple : mélange équimolaire de solutions de $CH_3 - COOH$ et $CH_3 - COONa$ ou NH_3 et NH_4Cl

2^e méthode : on fait réagir une solution d'une base forte sur une solution d'un acide faible jusqu'à la demi-équivalence : $\frac{C_a V_a}{2} = C_b V_b$

Exemple : réaction d'une solution de $CH_3 - COOH$ avec une solution $NaOH$ jusqu'à la demi-équivalence.

3^e méthode : on fait réagir une solution d'une base faible sur une solution d'un acide fort jusqu'à la demi-équivalence : $\frac{C_b V_b}{2} = C_a V_a$

Exemple : réaction d'une solution de HCl avec une solution NH_3 jusqu'à la demi-équivalence.

❖ **Intérêt des solutions tampons :**

- Pour leurs pH qui varient très peu, les solutions tampons sont utilisées :
 - Pour l'étalonnage d'un pH-mètre ;
 - Pour une analyse chimique à pH constant ;
 - Dans les industries pharmaceutiques ou cosmétiques.
- Certains milieux biologiques (Salive, sang...) sont des tampons qui maintiennent le pH pratiquement constant pour le bon fonctionnement de l'organisme.