

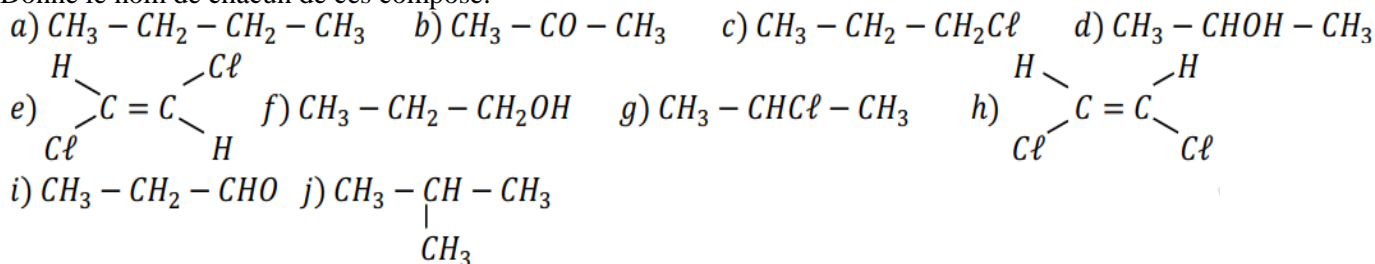
LA STÉRÉOCHIMIE

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol⁻¹) : C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; Na : 23 et V_m = 22,4 L/mol.

Exercice 1

1) Parmi les composés ci-dessous, précise ceux qui sont isomères de constitution et ceux qui sont stéréo-isomères. Indique la catégorie à laquelle ils appartiennent.

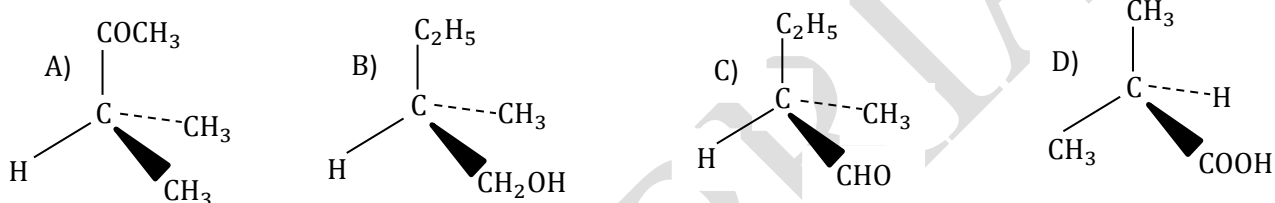
2) Donne le nom de chacun de ces composés.



Exercice 2

On considère les 4 produits A, B, C, D.

- 1) Après avoir représenté la formule semi-développée de chacun, précise leur nom dans la nomenclature officielle et la fonction chimique de chacun.
- 2) Existe-t-il des isomères de fonction parmi eux ?
- 3) a) Précise quelles sont les molécules chirales et pourquoi ?
b) Représente les énantiomères.



Exercice 3

- 1) Ecris les formules semi développées de tous les corps suivants : pentane ; 2,2-diméthylpentane ; 2,2-diméthylpropane ; 2-méthylbutane ; 3,3-diméthylpentane ; 2,3-diméthylpentane ; 2,4-diméthylpentane.
- 2) Indique quels sont les isomères de constitution.
- 3) Parmi les molécules précédentes, quelles sont celles qui présentent un atome de carbone asymétrique ?

Exercice 4

Soit le composé organique C₄H₁₀O

- 1) Ecris la formule semi développée de tous les isomères non cycliques et donner leur nom en nomenclature officielle.
- 2) Un des isomères est chiral, lequel ? Représente ses deux énantiomères.

Peut-on faire une représentation de Newman de cet isomère ? Si oui, représente la forme éclipsée.

Exercice 5

On s'intéresse aux différentes configurations de la molécule du 2-hydroxypropanal de formule brute C₃H₆O₂.

- 1) a) Quelle est la formule semi-développée du 2-hydroxypropanal ?
Indique les différentes fonctions chimiques présentes dans cette molécule.
b) Cette molécule est-elle chirale ? Pourquoi ? Si oui représente ses énantiomères.
- 2) Fais les représentations de Newman des configurations que peut prendre la molécule du 2-hydroxypropanal par rotation autour de la liaison entre les atomes de carbone n° 2 et n° 3.

Exercice 6

Le lait du lactose dont l'hydrolyse conduit au galactose de formule : CH₂OH-CHOH-CHOH-CHOH-CHOH-CHO

- 1) Quelles fonctions reconnaît-on dans cette formule ?
- 2) Recherche les atomes de carbone asymétriques présents dans cette molécule et repère les par un astérisque.
- 3) Avant stérilisation, par fermentation lactique, des bactéries transforment le lactose du lait en acide lactique dont la formule semi développée est : CH₃ - CHOH - COOH
a) Quelles fonctions possède ce corps ?
b) Cette molécule est-elle chirale ? Pourquoi ? Si cette molécule est chirale représente les deux isomères correspondants.

Exercice 7

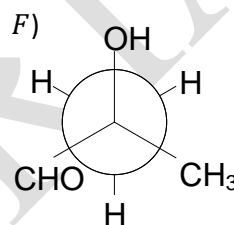
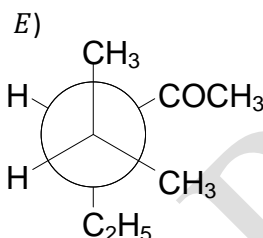
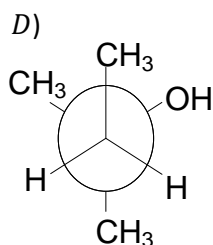
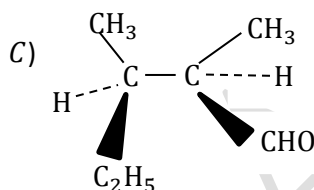
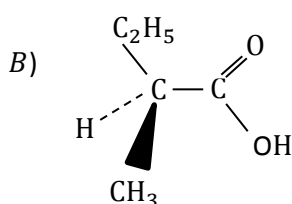
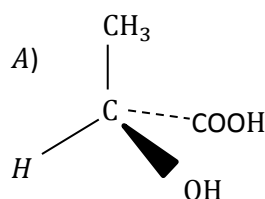
- 1) Donne la conformation de 1-chloropropane $CH_3 - CH_2 - CH_2Cl$ pour laquelle les groupes Cl et CH_3 sont éclipsés, en représentation conventionnelle et représentation de Newman.
- 2) Que peut-on dire de la stabilité de cette conformation ?
- 3) Représente la conformation la plus stable selon les deux modes de représentation.

Exercice 8

- 1) Donne les formules semi développées des alcènes isomères admettant les formules brutes suivantes :
a) C_4H_8 b) C_5H_{10}
- 2) Quels sont ceux qui présentent une stéréo-isomérie de type Z/E ?
- 3) Donne les formules semi développées et les noms des stéréo-isomères correspondant à ces formules.

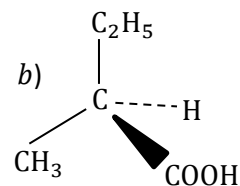
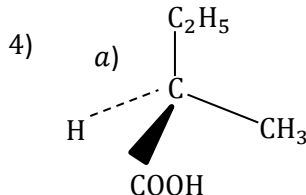
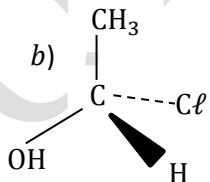
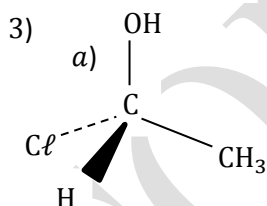
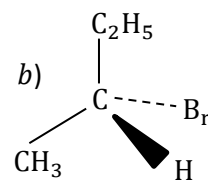
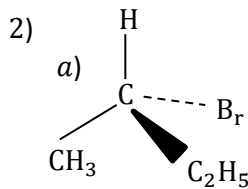
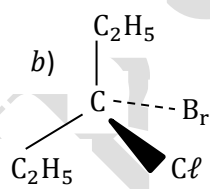
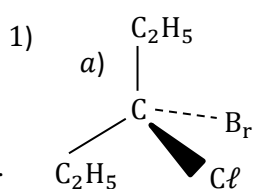
Exercice 9

Donne les formules semi-développées, les noms et repère les carbones asymétriques pour chaque composés suivants :



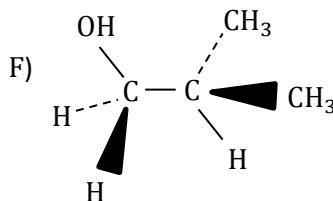
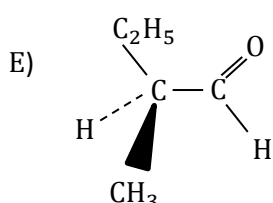
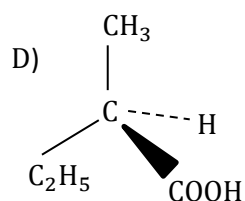
Exercice 10

Parmi les molécules suivantes, précise celles qui sont identiques et celles qui correspondent à deux énantiomères.



Exercice 11

- 1) Ecris les formules semi-développées des composés suivantes :
A) 3-méthylbutan-2-one B) 2-méthylbutan-2-ol C) 3-méthylbutanal.
- 2) Donne la formule semi-développée et le nom de chacun des composés suivants :



- 3) a) Pour chacun des composés A, B, C, D, E et F précise la fonction chimique qui le caractérise et indique par un astérisque le(ou les) atome(s) de carbone asymétrique(s) éventuellement présent(s).
- b) Précise le type d'isomérisation liant les composés A et C.
- c) Donne une représentation de Newman de C en considérant la liaison entre les atomes de carbone C₂-C₃.
- d) Donne une représentation en perspective accompagnée de son image dans un miroir pour les composés D et E.
- e) Comment nomme-t-on de tels composés ?
- 4) Trouve pour le composé B :
 - a) un isomère de fonction ;
 - b) un isomère de chaîne ;
 - c) un isomère de position.

Exercice 12

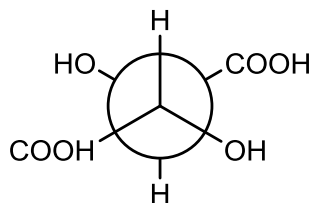
Un vin contient entre autres, en quantités variables les composés suivants :

- a) CH₃ – CH₂ – OH b) CH₃ – CO – O – C₂H₅ c) CH₃ – CHOH – COOH d) CH₂OH – CHOH – CH₂OH

- 1) Représente en projection de Newman décalée la molécule a)
- 2) Quelle(s) molécule(s) possède(nt) un atome de carbone asymétrique ?
- 3) Quels groupes fonctionnels observe-t-on dans la molécule c) ?

Représente les deux énantiomères de cette molécule.

- 4) Certains vins contiennent des quantités appréciables d'acide tartrique représenté par :



- a) Comment se nomme une telle représentation ?
- b) Donne la formule semi développée de cet acide, y noter les atomes de carbone asymétriques.

Exercice 13

On donne les formules semi-développées des composés A, B, C et D.

A : CH₂OH – CHOH – CHO

B : CH₃ – CH = CH – CH₂ – CH₂ – NH₂

C : CH₃ – CH₂ – CH = CH – CH₂ – CH(CH₃) – NH₂

D : CH₃ – CH = CH₂

- 1) Identifie et représente les isomères (Z et E) parmi ces formules.
- 2) Trouve les molécules chirales et représente les couples d'énantiomères de ces composés.
- 3) a) Identifie le composé qui possède les isomérisations Z et E et les couples d'énantiomères.
- b) En déduis le nombre de stéréoisomères.

Exercice 14

- 1) On dissout 0,6g d'un composé organique A dans du chloroforme de façon à obtenir une solution dont le volume total est de 10 cm³. Le pouvoir rotatoire de cette solution, mesuré au polarimètre à l'aide d'une cuve de 20 cm de long, est de +15,04° pour la raie D du sodium à 25°C.

- a) Que signifie le signe + du pouvoir rotatoire ?
- b) Comment appelle-t-on de tels composés ?
- c) Calcule le pouvoir rotatoire spécifique du composé.

- 2) Dans un litre d'une solution à 0,12 mol/L de (+) acide lactique ou acide 2-hydroxy-propanoïque, on dissout 3,6g de son énantiomère. La solution obtenue est-elle lévogyre, dextrogyre ou sans activité optique ? Justifie.

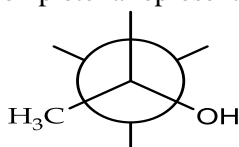
Exercice 15

- 1) Le but-2-ène A peut exister sous deux configurations Z et E. Représente et nomme les deux stéréoisomères Z et E.
- 2) On fait subir à A une hydrogénation catalytique. Ecris l'équation bilan de la réaction observée.
 - a) Quel changement de structure observe-t-on à l'issue de cette addition ?
 - b) Quelle nouvelle stéréoisomérisation présente le produit de la réaction d'addition ?
 - c) Représente le stéréoisomère le plus stable en représentation de Newman.

Exercice 16

On effectue, dans du dioxygène, la combustion complète de 1,12g d'un hydrocarbure X, non cyclique, de masse molaire 56g/mol. On obtient 3,52g de dioxyde de carbone et 1,44g d'eau.

- 1) Quelle est la formule brute de cet hydrocarbure X ?
- 2) Donne la formule développée de tous les isomères de X et précise le nom du composé X sachant qu'il présente une isométrie Z/E.
- 3) Par hydratation, on obtient à partir de X un alcool secondaire A, de formule brute $C_4H_{10}O$.
Donne sa formule développée et son nom.
- 4) Dans la molécule de l'espèce A, y a-t-il des atomes de carbone trigonaux ?
Indique par une notation adaptée le carbone tétraédrique asymétrique.
- 5) Représente les deux énantiomères de A.
- 6) Complète la représentation de Newman de la molécule A.



Exercice 17

On s'intéresse aux différentes configurations que peut prendre le pent-3-ène-2-ol de formule : $CH_3 - CH = CH - CHOH - CH_3$.

- 1) Sous combien de configurations différentes cette molécule peut-elle exister ?
Représente et nomme les configurations autour de la double liaison.
- 2) On traite la molécule par du dihydrogène en présence d'un catalyseur le nickel. On obtient un composé X.
Sous combien de configurations la molécule X peut-elle exister ? Représente ces configurations.
- 3) On traite X par une solution de dichromate de potassium acidifiée par l'acide sulfurique. On obtient le composé Y.
Quelle réaction le corps X subit-il ? Sous combien de configurations différentes la molécule Y peut-elle exister ?

Exercice 18

Le 2-méthylbutanal et la 3-méthylbutan-2-one sont deux isomères de formule $C_5H_{10}O$.

- 1) Donne leur formule semi développée.
- 2) Quel type général d'isométrie existe-t-il entre ces deux dérivés ? Justifie la réponse.
- 3) Quelle particularité présente l'atome de carbone du 2-méthylbutanal, d'indice de position 2 ?
Combien de stéréo-isomères de cet aldéhyde peut-on isoler ?
Donne la représentation conventionnelle et précise la nature de l'isométrie qui les relie.
- 4) Le 3-méthylbutan-2-one peut être obtenu par oxydation ménagée d'un alcool. Donne la formule de cet alcool.
- 5) Cet alcool peut-il donner lieu à une stéréo-isométrie ? Si oui, précise la nature de la stéréo-isométrie et représente-les stéréo-isomères.

Exercice 19

Un alcène de formule C_nH_{2n} présentant deux stéréo-isomères A et A', conduit, par hydratation, à un seul composé oxygéné B renfermant en masse 21,6% d'oxygène.

- 1) Détermine la formule brute de B.
- 2) Ecris toutes les formules semi développées possibles par B et nomme chacune d'elles.
- 3) Quelle formule semi développée convient à B sachant que sa molécule est chirale ?
- 4) Représente et nomme les stéréo-isomères A et A'.

Exercice 20

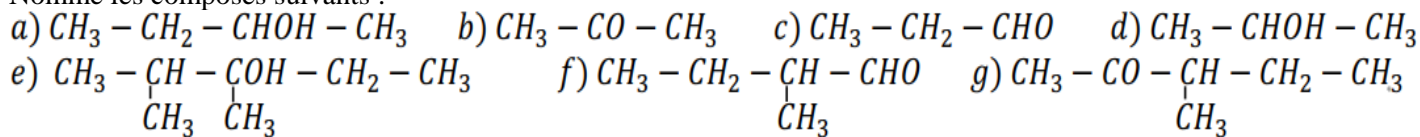
- 1) La molécule A suivante est-elle chirale ? Pourquoi ?
 $CH_3 - CH_2 - CH = CCl - CH_3$
- 2) On procède à l'hydrogénation catalytique du composé A.
Ecris l'équation-bilan de la réaction. Nomme le produit B obtenu.
- 3) La molécule B est-elle chirale ? Pourquoi ?

LES ALCOOLS

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol⁻¹) : C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; Na : 23 et V_m = 22,4 L/mol.

Exercice 1

Nomme les composés suivants :



Exercice 2

Donne la formule semi-développée des composés suivants :

- | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| a) 3-méthylbutan-2-ol | f) propane-1,2-diol | k) 4,4-diméthylhexan-3-ol |
| b) 2-éthylpentan-1-ol | g) 2-méthylbutanal | l) 2,3-diméthylbutan-2,3-diol |
| c) 4-éthyl-3-méthylheptan-2-one | h) 2,3-diméthylpentanal | m) 2-phénylpropan-2-ol |
| d) 4-éthyl-3-méthylhexan-3-ol | i) 3-méthylbutan-2-one | n) 2-méthylbutanal |
| e) éthane-1,2-diol | j) 2,4-diméthylpentan-1-ol | o) propane-1,2,3-triol |

Exercice 3

- Détermine les formules semi-développées et les noms des composés de formule brute : $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ et $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$.
- Détermine les formules semi-développées et les noms des composés de formule brute : $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ et $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.

Exercice 4

L'analyse élémentaire d'un composé B a donné 62% de carbone, 27,6% d'oxygène et 10,4% d'hydrogène.

Données : M_B = 58 g/mol.

- Montre que B a pour formule brute $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$.
- On introduit dans un tube à essai qui contient le composé B quelques gouttes de la 2,4-DNPH.
On observe alors la formation d'un précipité jaune. Déduis de ce test les formules semi-développées possibles pour B en indiquant les noms des composés correspondants.
- Le composé B réagit avec le réactif de Schiff en donnant une coloration rose.
Quelle est la fonction chimique de B ? Identifie B.
- Le composé B a été obtenu par oxydation ménagée d'un alcool A par l'oxygène de l'air.
 - Donne la classe, la formule semi-développée et le nom de l'alcool A.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction d'oxydation de l'alcool A.

Exercice 5

Un composé de formule $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ contient 64,9% de carbone et 13,5% d'hydrogène.

Sa masse molaire moléculaire est M = 74 g/mol.

- Détermine la formule brute de ce composé.
- Donne les noms et les formules semi développées des différents isomères.
- Un des composés est une molécule chirale :
 - Lequel ? En quoi consiste cette chiralité ? Quelle en est l'origine dans cette molécule?
 - Donne une représentation en perspective des deux énantiomères correspondants.

Exercice 6

On considère un composé organique A, ne renfermant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. La combustion complète de 3,2 g de cette substance a donné 7 g de dioxyde de carbone et 3,87 g d'eau. Par ailleurs, la densité de vapeur de A est d = 2,07.

- Détermine la composition centésimale de A ; déduis-en sa formule moléculaire.
- Le composé A réagit sur du sodium avec un fort dégagement de dihydrogène.
Quelle est la fonction chimique de A ? Ecris les formules semi-développées pour A.
- L'oxydation de A par le dichromate de potassium en milieu acide conduit à un composé B, qui ne réagit ni avec le réactif de Tollens (nitrate d'argent ammoniacal), ni avec la liqueur de Fehling, mais seulement avec le DNPH.
 - Quelle est la fonction chimique de B ? Déduis-en la formule et le nom de A.
 - Ecris l'équation bilan traduisant l'oxydation de A par le dichromate de potassium.

Exercice 7

On dispose de quatre flacons contenant respectivement un alcool, un aldéhyde, une cétone et un acide carboxylique.

1) Pour déterminer le contenu, on réalise les tests suivants.

Corps réactif	A	B	C	D
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en milieu acide	Solution Orange	Solution Verte	Solution Verte	Solution orange
DNPH	Solution Jaune	Solution Jaune	Précipité Jaune	Précipité jaune
Réactif de Schiff	Solution Incolore	Solution incolore	Solution rose-violette	Solution incolore
Liqueur de Fehling	Solution Bleue	Solution Bleue	Précipité rouge-brique	Solution bleue

Donne les fonctions chimiques des corps A, B, C, et D.

2) L'action du dichromate de potassium en milieu acide sur B conduit à la formation de C et de A.

B et D contiennent chacun trois atomes de carbone. Donne

a) Les formules semi développées des corps A, B, C, et D.

b) Les noms des corps A, B, C, et D.

Exercice 8

1) Ecris les formules semi développées des alcools dérivant du 2-méthylbutane et précise pour chacun d'eux le nom et la classe.

2) D'après les renseignements indiqués dans le tableau ci-dessous.

a) Identifie en justifiant les 4 alcools A, B, C, D

Alcools	Stéréochimie	Produits par oxydation ménagée	Test sur les produits A', B' et C'	
			DNPH	Liqueur de Fehling
A	Carbone asymétrique	A'	Précipité jaune	Précipité Rouge
B	Carbone asymétrique	B'	Précipité jaune	Rien
C		C'	Précipité jaune	Précipité Rouge
D			Rien	Rien

b) Donne les formules semi développées des produits : A', B' et C'.

c) Les alcools B et C peuvent être préparés à partir d'un composé organique E. Donne la formule semi développée de E.

Exercice 9

1) La combustion complète de 3,6 g d'un composé organique B de formule brute $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ donne de l'eau et un volume $V = 4,48$ L de dioxyde de carbone. La densité de vapeur de ce composé est 2,48.

a) Donne l'équation de cette combustion.

b) Quelles sont les valeurs de x et y ?

c) Quelle est la formule brute du composé B ?

2) Quelques expériences réalisées avec le composé B ont permis d'établir sa structure.

Si on verse quelques gouttes de la substance B dans un tube à essai contenant de la 2,4-dinitrophenylhydrazine (D.N.P.H.), on obtient un précipité jaune. Quelles sont les formules semi-développées que l'on peut envisager pour le liquide B ? Indique également les noms des produits correspondant à chaque formule.

3) Une solution de dichromate de potassium en milieu acide est réduite par le composé B ; à quelle famille de produit organique B appartient-il ? Indique le (s) nom (s) que l'on peut retenir.

4) Le corps B est en fait l'isomère en chaîne linéaire. Indiquer la formule semi-développée et le nom du corps organique C obtenu dans la réaction de B avec la solution de dichromate de potassium.

Ecris l'équation de la réaction permettant d'obtenir le composé C.

5) Le liquide B provient de l'oxydation ménagée d'un alcool A. Précise son nom, sa classe et sa formule développée.

Exercice 10

- 1) Indique les formules semi-développées possibles des alcools de formule brute $C_4H_{10}O$.
- 2) On considère trois alcools A, B, C de formule brute $C_4H_{10}O$ dont on désire déterminer la formule développée. Pour cela, on réalise des expériences complémentaires :
 - a) On ajoute à chacun de ces alcools une petite quantité d'une solution de dichromate de potassium acidifiée par l'acide sulfurique, on observe un changement de couleur uniquement pour les solutions B et C.
 - b) L'oxydation ménagée de B conduit à un composé D capable de réagir avec la liqueur de Fehling.
 - c) L'oxydation ménagée de C conduit à un composé E donnant un précipité jaune avec le dinitro-2,4 phénylhydrazine (D.N.P.H) et ne réagissant pas avec la liqueur de Fehling.
 - d) Chauffé en présence d'un catalyseur, une molécule de B donne une molécule d'eau et une molécule de but-1-ène.Identifie en le justifiant à la lumière des tests ci-dessus les alcools A, B, et C.
- 3) En déduis les formules développées des alcools A, B, C.

Exercice 11

- 1) L'alcène $R - CH = CH_2$ est hydraté en présence de l'acide sulfurique. Quels sont les deux composés susceptibles d'être obtenus ?
- 2) Pratiquement, on considère qu'un seul composé se forme. Soit A ce composé. On fait réagir 20 g de A dans une solution de dichromate de potassium et d'acide sulfurique. Le composé B obtenu de masse $M = 52$ g/mol, donne un précipité avec la DNPH, mais ne réduit pas la liqueur de Fehling. En déduis la nature de B et de A. Ecrire leur formule développée et leur nom.
- 3) Ecris l'équation de la réaction entre A et l'ion dichromate.
- 4) Quel volume minimal de solution de dichromate de concentration $C = 1$ mol/L faut-il utiliser pour que la totalité du composé A soit oxydé ?

Exercice 12

- 1) Un composé organique (A) de formule générale $C_xH_yO_z$ de masse molaire moléculaire $M = 88$ g/mol, a pour composition centésimale massique : %C = 54,54 ; %H = 9,09.
 - 1-1) Montre que la formule brute du composé (A) est : $C_4H_8O_2$.
 - 1-2) Donne les formules semi-développées possibles de (A).
- 2) Afin d'identifier le composé (A), on réalise les expériences suivantes.

Expérience 1 :

L'action prolongée à chaud d'un excès d'eau sur le composé (A) conduit à la formation de deux composés organiques (B) et (C).

Expérience 2 :

Une solution aqueuse de (B) fait virer le bleu de bromothymol (BBT) au jaune.

Expérience 3 :

Le composé (C) réagit avec les ions permanganates (MnO_4^-) en milieu acide pour donner un composé (D).

(D) donne un précipité jaune orangé en présence de 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) mais est sans action sur le réactif de Tollens.

- 2-1) Déduis de ce qui précède la nature des composés (B), (D), (C) et (A).
 - 2-2) Donne les formules semi-développées et les noms des composés (A), (B), (C) et (D).
- 3) Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction et l'équation-bilan de la réaction entre le composé (C) et les ions permanganates (MnO_4^-) en milieu acide.
 - 4) On fait réagir le composé (A) sur une solution d'hydroxyde de sodium.
 - 4-1) Ecris l'équation-bilan de cette réaction.
 - 4-2) Donne le nom de cette réaction.

Exercice 13

On introduit 2,22 g d'un alcool absolu, à chaîne carbonée saturée non cyclique, dans un tube à essais avec un excès de sodium pur.

- 1) Ecris l'équation bilan de la réaction.
- 2) Dans les conditions de l'expérience, on a recueilli 360 mL de gaz formé au cours de la réaction.
 - a) Calcule la masse molaire de l'alcool et donne sa formule brute.
 - b) Donne les formules semi-développées des isomères possibles de cet alcool.
 - c) Indique, en justifiant, les isomères qui présentent une activité optique.Donne pour les stéréo-isomères correspondants une représentation qui les différencie.
- 3) L'oxydation ménagée de l'alcool A conduit à un composé B qui réagit avec la 2,4-DNPH et le nitrate d'argent

ammoniacal. Sachant que l'alcool A a une chaîne carbonée ramifiée, précise sa formule semi-développée et donne son nom.

On donne : $V_m = 24 \text{ L/mol}$.

Exercice 14

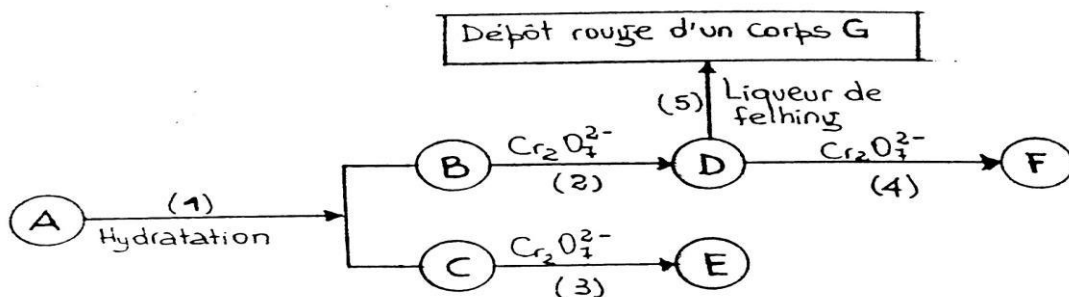
Un alcool saturé A a pour densité de vapeur par rapport à l'air $d = 2,07$.

- 1) On désire déterminer sa formule semi-développée.
 - 1-1) Donne la formule générale d'un alcool saturé dont la molécule renferme atomes de carbone.
 - 1-2) Détermine la masse moléculaire de l'alcool A.
 - 1-3) Montre que la formule brute de l'alcool A est C_3H_8O .
 - 1-4) Ecris les formules semi-développées possibles de l'alcool A et nomme-les.
- 2) L'oxydation ménagée de l'alcool A en milieu acide par les ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ en défaut donne un composé B. Le composé B donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH et possède des propriétés réductrices.
 - 2-1) Donne la fonction chimique du composé B.
 - 2-2) En déduis les formules semi-développées et les noms des composés B et A.
 - 2-3) Etablis l'équation-bilan de l'oxydation de A par les ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide pour donner le composé B. on donne le couple $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$.

Exercice 15

On considère le schéma ci-dessous où A, B, C, D, E et F sont des composés organiques.

Les réactions chimiques sont représentées par des flèches numérotées de 1 à 5.



A est un alcène et sa molaire moléculaire est 70 g/mol .

- 1) a) Détermine sa formule brute.
 - b) Donne les formules semi-développées et les noms des isomères ramifiés de A.
- 2) B est le 3-méthylbutan-1-ol. Ecris les formules semi-développées et les noms des composés B et A.
- 3) Après analyse du schéma réactionnel,
 - a) Détermine la formules semi-développée et le nom de chacun des composés C, D, E et F.
 - b) Ecris l'équation-bilan des réactions 3 et 5.
 - c) Donne le nom et la formule brute de G.
- 4) On fait réagit B sur du sodium pur. On obtient un corps I et du dihydrogène.
 - a) Ecris l'équation-bilan de la réaction et donne le nom du corps I.
 - b) Sachant que $9,2 \text{ g}$ de sodium sont utilisés avec un excès de B. Calcule le volume de dihydrogène que l'on peut espérer recueillir en admettant que le rendement de la réaction est de 80% .

Exercice 16

- 1) Définis : composé carbonyle. Donne un exemple en écrivant sa formule semi-développée.
- 2) Un composé organique oxygéné A de masse molaire 88 g/mol contient $62,2\%$ de carbone ; $13,6\%$ d'hydrogène.
 - 2-1) Détermine les masses approximatives de carbone, d'hydrogène et d'oxygène contenues dans une mole du composé A.
 - 2-2) En déduis la formule brute de A
 - 2-3) Le composé A est un alcool à chaîne ramifiée. Montrer qu'il existe cinq formules semi-développées pour A.
 - 2-4) On fait subir à ce composé de formule brute $C_5H_{12}O$ une oxydation ménagée qui conduit à un composé B pouvant réagir sur la 2,4-DNPH pour donner un précipité jaune. Pourquoi ce seul test ne permet-il pas de trouver sans ambiguïté la formule semi-développée de A ?
 - 2-5) Le composé B ne réagit pas sur la liqueur de Fehling. Montre que ce constat permet de lever l'ambiguïté précédente. Donne les formules semi-développées des composés A et B. Nomme-les respectivement.
 - 2-6) Ecris l'équation-bilan de la réaction d'oxydation de A avec l'ion MnO_4^- en milieu acide.

Exercice 17

On dispose de deux monoalcools saturés (A) et (B) de masse molaire égale à 74 g.mol^{-1} . Par oxydation ménagée avec du permanganate de potassium KMnO_4 en milieu acide, l'alcool (A) donne un produit (A_1) et l'alcool (B) donne un produit (B_1). Les composés (A_1) et (B_1) donnent un précipité jaune orangé avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH). Seul le composé (A_1) réagit avec le réactif de Schiff.

- 1) Donne la formule brute des alcools (A) et (B).
- 2) Détermine les classes des alcools (A) et (B).
- 3) Trouve les formules semi-développées possibles pour les alcools (A) et (B) et donne leur nom.
- 4) En déduis les formules semi-développées possibles des produits d'oxydation (A_1) et (B_1).
Détermine le nom de chacun de ces composés.
- 5) La déshydratation intramoléculaire de l'alcool (A) conduit au but-1-ène.
 - a) Identifie l'alcool (A).
 - b) Ecris l'équation chimique de la réaction de déshydratation.
- 6) Trouve la formule semi-développée de l'alcool (C) isomère de (A) et qui résiste à l'oxydation ménagée par le permanganate de potassium KMnO_4 en milieu acide.

Exercice 18

On se propose d'identifier un hydrocarbure A de formule générale C_xH_y .

La combustion complète dans le dioxygène de $m_A = 4,2 \text{ g}$ de A produit $m_1 = 13,2 \text{ g}$ de dioxyde de carbone et $m_2 = 5,4 \text{ g}$ d'eau.

- 1) Ecris l'équation-bilan de la combustion complète de A dans le dioxygène.
- 2)
 - a) Détermine les pourcentages massiques de carbone et d'hydrogène dans le composé A.
 - b) Etablis l'expression du pourcentage massique de l'hydrogène en fonction de x et y dans le composé A.
 - c) Montre que le composé A est un alcène.
- 3) la molécule de A est non cyclique et contient deux ramifications. Sa masse molaire moléculaire vaut $M_A = 84 \text{ g/mol}$.
 - a) Détermine x et y .
 - b) Ecris les formules semi-développées possibles de A et nomme-les.
- 4) L'hydratation de A donne deux produits B et C avec B majoritaire. Dans une solution acidifiée de dichromate de potassium, B ne s'oxyde pas mais C s'oxyde en un produit D lorsque l'oxydant est en défaut.
 - a) Donne la formule semi-développée de A.
 - b) Donne les formules semi-développées et les noms de B, C et D.
- 5) Le composé D réagit totalement en milieu basique dans une solution de liqueur de Fehling.
 - a) Ecris l'équation-bilan d'oxydoréduction à partir des demi-équations électroniques.
 - b) La solution oxydante a été préparée à partir d'une monobase forte. La masse de D ayant réagi est $m_A = 5,4 \text{ g}$.
Détermine la quantité de matière nécessaire de la base.
Données : $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}_2\text{O}$; $\text{RCOO}^-/\text{RCHO}$

Exercice 19

- 1) On réalise dans le dioxygène la combustion complète d'un hydrocarbure non cyclique, de formule brute C_nH_{2n} , où n désigne le nombre d'atomes de carbone. La combustion complète d'une mole de l'hydrocarbure produit 72 g d'eau.
 - a) Ecris l'équation-bilan de la combustion en fonction de n .
 - b) Calcule la valeur de n et donne la formule brute de cet hydrocarbure.
- 2) On suppose que l'hydrocarbure contient quatre atomes de carbone.
Ecris les formules semi-développées et les noms des isomères possibles.
- 3) L'hydratation de l'un des isomères nommé A ne donne qu'un seul produit B.
 - a) Quels sont les formules semi-développées et les noms de A et de B ?
 - b) Ecris l'équation-bilan de l'hydratation de A.
- 4) Le corps B est oxydé en milieu acide par le permanganate de potassium. Il se forme un seul produit C.
 - a) Quelle est la fonction de C ? Donne la formule semi développée et le nom de C.
 - b) Propose un test permettant d'identifier C.
 - c) Ecris l'équation bilan du passage de B en C.

LES AMINES

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol^{-1}) : C : 12; H : 1; N : 14 ; O : 16 et $V_m = 22,4 \text{ L/mol}$.

Exercice 1

Nomme les composés suivants :

- a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ b) $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ c) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
 d) $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ e) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ f) $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$ g) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{N}} - \text{C}_2\text{H}_5$
 h) $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ i) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$ j) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{N}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$ k) $\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{CH}_3$

Exercice 2

Donne la formule semi-développée des composés suivants :

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|---|
| a) Propan-2-amine | f) 2,2-diméthylbutanamine | k) isopropylamine |
| b) N-méthylpropan-2-amine | g) 1-amino butan-2-ol | l) diphenylamine |
| c) 2-méthylbutylamine | h) hexane-1,3,6-triamine | m) N-éthyl N-méthyl-2-méthyl butan-1-amine |
| d) Triméthylamine | i) N,N-diméthylbutan-2-amine | n) N-méthyl-2-méthyl propan-1-amine |
| e) butane-1,3- diamine | j) 2-phényléthanamine | o) 5-éthyl-3-méthyl-7-phenyl heptan-2-amine |

Exercice 3

Donne les formules semi-développées, les noms et les classes de toutes les amines de formule brute :

$\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$, $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$, $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ et $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{N}$.

Exercice 4

Une amine contient 15,06% d'atomes d'hydrogène.

- Détermine sa formule brute.
- Donne les différentes formules semi-développées de cette amine et leurs noms.
- L'amine tertiaire réagit avec le chlorure de méthyle en donnant un corps A.
Donne l'équation bilan de la réaction et précise le nom du corps A obtenu.

Exercice 5

Une amine saturée A contient 31,2 % en masse d'azote.

- a) Détermine la formule brute générale des amines saturées non cycliques en fonction de n , le nombre de carbone.
b) Détermine alors la formule brute de cette amine.
c) Ecris toutes les formules semi développées de A.
- On fait réagir du chlorure d'éthanoyle sur l'isomère A_1 (Amine primaire).
a) Ecris l'équation-bilan correspondant à cette réaction.
b) Donne la fonction chimique et le nom du composé obtenu.
- Le 2-bromobutane réagit avec l'isomère A_2 (aminé secondaire), on effectue une seule réaction d'HOFMANN qui donne une amine A_3 .
a) Ecris l'équation-bilan de cette réaction.
b) Donne le nom, la formule semi-développée et la classe de l'amine A_3 .
c) Indique la propriété des amines mise en jeu.
d) L'amine A_3 obtenue est-elle chirale ? Justifie la réponse. Si oui, représente le couple d'énantiomères.

Exercice 6

On dissout 7,5g d'une amine aliphatique A dans l'eau pure ; ce qui permet d'obtenir un litre de solution. Un échantillon de cette solution dosée révèle une concentration de 0,1027 mol/L.

- En déduis la masse molaire de l'amine A et sa formule brute.
- L'action de l'iodométhane sur l'amine A permet d'obtenir une amine secondaire, une amine tertiaire, ainsi qu'un iodure d'ammonium quaternaire. Donne les formules semi-développées possibles de A.
- Par ailleurs, l'amine A comporte un atome de carbone asymétrique. En déduis sa formule semi-développée.
- a) Ecris l'équation bilan de la réaction de dissolution de cette amine dans l'eau.
b) En déduis le caractère mise en évidence dans cette réaction.
- a) Donne les formules semi-développées et les noms des amines et de l'ion ammonium quaternaire obtenus par action de l'iodométhane sur l'amine A.
b) Ecris l'équation-bilan de la réaction de l'iodométhane avec l'amine tertiaire.
c) En déduis le caractère mise en évidence dans cette réaction.

Exercice 7

Pour déterminer la formule d'une amine saturée, on soumet à l'analyse 15 g de cette amine ; on obtient 2,9 g d'azote.

- 1) Détermine la masse molaire de l'amine et en déduis sa formule brute.
- 2) Donne les différentes formules semi – développées possibles en se limitant aux amines primaires et tertiaires.
Nomme-les et précise leur classe.
- 3) L'amine en question ne réagit pas avec les chlorures d'acyles. Donne la formule et le nom de cette amine.
- 4) Par action de l'iodométhane sur l'amine on obtient un précipité.
Ecris l'équation bilan de la réaction et indique la propriété des amines mise en jeu dans cette réaction.

Exercice 8

Une amine saturée A contient en masse 23,73% d'azote.

- 1) Détermine la formule brute de A.
- 2) Détermine les formules semi-développées possibles de A.
- 3) L'action de l'iodure de méthyle ($\text{CH}_3\text{-I}$) sur l'amine A conduit à l'iodure de tétraméthylammonium.
 - a) Donne la formule semi-développée de l'iodure de tétraméthylammonium.
 - b) En déduis la formule semi-développée et le nom de A.
 - c) Ecris l'équation-bilan de la réaction entre l'amine A et l'iodure de méthyle.

Exercice 9

L'analyse d'un échantillon d'une amine a fourni les pourcentages en masse suivants : %C = 61,02 et %H = 15,25.

- 1) a) En déduis la formule brute de cette amine
b) Donne les différentes formules semi développées possibles de cette amine et nomme-les.
- 2) On considère l'amine secondaire A.
Ecris l'équation-bilan de la réaction qui accompagne la dissolution de cette amine dans l'eau.
Quelle propriété des amines cette réaction met-elle en évidence ?
- 3) On fait agir l'iodo éthane sur A.
 - a) Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme le composé obtenu.
 - b) Quelle propriété des amines cette réaction met-elle en évidence ?

Exercice 10

On considère une amine de formule $\text{R} - \text{NH}_2$, dans laquelle R est un groupe alkyle. A 25°C, une solution de cette amine a une masse volumique $\rho = 63,5 \text{ g.L}^{-1}$.

- 1) Ecris l'équation-bilan de la réaction de cette amine avec l'eau, sachant que l'amine est une base faible.
- 2) Donne le couple acide-base correspondant à cette amine.
- 3) On verse progressivement la solution de cette amine dans un volume $V_a = 20 \text{ cm}^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 2,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Le suivi de l'évolution du pH du mélange au cours de l'addition montre une augmentation brutale du pH correspondant à l'équivalence, le volume de solution d'amine versé est d'environ $4,6 \text{ cm}^3$.
 - a) Ecris l'équation-bilan de la réaction de dosage.
 - b) Détermine la quantité de matière de l'amine, puis en déduis la masse molaire moléculaire de cette amine.
 - c) Détermine la formule du radical R.
 - d) Ecris la formule semi-développée de cette amine, sachant qu'elle possède un atome de carbone asymétrique.

Exercice 11

Soit une amine primaire de formule $\text{R} - \text{NH}_2$ dans laquelle R est un groupe alkyle.

- 1) Ecris l'équation bilan de la réaction de l'amine avec l'eau.
- 2) On prépare une solution S de cette amine en dissolvant $m = 2,19 \text{ g}$ dans l'eau de façon à obtenir 1 L de solution.
On prélève un volume $V = 20 \text{ mL}$ de cette solution que l'on introduit dans un bécher et on y ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.
On constate qu'on a versé à l'équivalence un volume $V_a = 30 \text{ mL}$ de solution de l'acide.
 - a) Ecris équation de la réaction de l'amine avec la solution d'acide chlorhydrique.
 - b) Détermine la masse molaire de l'amine et en déduis sa formule brute.
- 3) Quelle est sa formule semi-développée et son nom sachant que sa molécule possède un atome de carbone asymétrique ?
Indique le carbone asymétrique par un astérisque.
- 4) Donne la classe, la formule semi-développée et le nom de l'amine isomère qui ne réagit pas avec un chlorure d'acyle.

Exercice 12

On considère trois amines isomères à chaînes saturées non cycliques : A, B, C.

- A est une amine primaire ayant un carbone asymétrique.
- B est une amine secondaire dont les deux groupes alkyles sont identiques.
- C est une amine tertiaire.

La formule générale de ces trois amines est $C_nH_{2n+3}N$. Elles contiennent en masses 19,18% d'azote.

- 1) a) Détermine leur formule brute.
b) Donne les noms et les formules semi développées de A, B et C.
- 2) On fait agir l'iodo éthane sur C. On obtient un précipité blanc.
 - a) Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - b) Quelle propriété des amines cette réaction met elle en évidence ?

Exercice 13

On soumet à l'analyse élémentaire 0,45g d'un composé organique azoté gazeux. Sa combustion produit 0,88g de dioxyde de carbone et 0,63g d'eau ; par ailleurs, la destruction d'une même masse en l'absence totale d'azote conduit à la formation de 0,17g d'ammoniac NH_3 . Dans les CNTP, la masse volumique du composé est voisine de 2g/L.

- 1) Détermine la composition centésimale du composé. Contient-il de l'oxygène ?
- 2) Calcule sa masse molaire et en déduis sa formule brute.
- 3) Donne les isomères correspondants.
- 4) Cite et explique les principales propriétés chimiques de cette amine.

Exercice 14

On dissout 7,5g d'une amine saturée A dans de l'eau pure de façon à obtenir 1L de solution.

On dose un volume $V_1 = 40\text{cm}^3$ de cette solution par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 0,2\text{mol.L}^{-1}$. Le virage de l'indicateur coloré (rouge de méthyle) se produit quand on a versé un volume $V_2 = 20,5\text{cm}^3$ d'acide; cela correspond à l'équivalence acido-basique, l'amine et l'acide réagissant mole à mole.

- 1) En déduis la masse molaire de l'amine A et sa formule brute.
- 2) L'action de l'iodométhane sur l'amine A permet d'obtenir une amine secondaire, une amine tertiaire, ainsi qu'un iodure d'ammonium quaternaire. Quelles sont les formules semi-développées possibles de A ?
- 3) Par ailleurs, l'amine A comporte un atome de carbone asymétrique. Donne le nom de A.
- 4) Ecris les formules semi-développées des amines et de l'ion ammonium quaternaire obtenus par action de l'iodométhane sur l'amine A. Nomme-les. L'ion ammonium quaternaire présente-t-il les propriétés nucléophiles ? Pourquoi ?
- 5) Ecris l'équation-bilan de la réaction entre l'amine A et l'eau.

Exercice 15

Pour déterminer la formule brute d'une amine saturée on dissout 0,59 g de cette amine dans un peu d'eau, puis on ajoute une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire 0,50 mol/L. L'équivalence est obtenue pour 20,0 mL de la solution acide.

- 1) Ecris l'équation-bilan de la réaction entre la solution d'amine et acide chlorhydrique.
- 2) Calcule la masse molaire moléculaire de l'amine et en déduis sa formule brute.
- 3) Ecris les formules semi-développées des amines isomères possibles, en précisant leur nom, et en indiquant la classe d'amines à laquelle appartient chacune d'elles.
- 4) A partir de l'acide éthanoïque ou l'un de ces dérivés et l'une des amines précédentes (on choisira l'amine primaire ayant d'une chaîne carbonée linéaire) on peut d'obtenir un amide. Ecris une réaction d'obtention de ce dérivé. La molécule de l'amide obtenue possède un motif important en biologie, l'identifie (formule semi-développée et nom).

Exercice 16

On fait réagir une amine tertiaire saturée A, avec du 1-chlorobutane en solution dans l'éther.

On obtient un précipité blanc B.

- 1) Ecris l'équation-bilan de la réaction. Quelle propriété des amines cette réaction met-elle en évidence ?
- 2) Une solution aqueuse de l'amine A, de concentration $C = 0,4\text{mol.L}^{-1}$ a été obtenue en dissolvant 20,2g d'amine pour 500cm^3 de solution. Détermine la masse molaire de A.
- 3) L'analyse du précipité blanc B montre qu'il s'agit d'un solide ionique chiral.
 - a) Que peut-on conclure concernant les groupes alkyles liés à l'azote dans la molécule B ?
 - b) Détermine la formule brute de A, sa formule semi-développée et son nom.

LES ACIDES CARBOXYLIQUES ET FONCTIONS DERIVÉES

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol⁻¹) : C : 12; H : 1; O : 16; N : 14; Na : 23; Cl : 35,5 et V_m = 24 L/mol.

Exercice 1

Nomme les composés suivants :

- a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ b) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{O} - \text{CO} - \text{CH}_3$ c) $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O} - \text{CO} - \text{CH}_3$
d) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ e) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{COOH}$ f) $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CO} - \text{O} - \text{CO} - \text{CH}_3$
g) $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ h) $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{NH}_2$ i) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$
j) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CO}} - \text{NH}_2$ k) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \underset{\text{CH}_3}{\text{N}} - \text{C}_2\text{H}_5$ l) $\text{H} - \text{CO} - \underset{\text{CH}_3}{\text{N}} - \text{CH}_3$
m) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{Cl}$ n) $\text{CH}_3 - \text{COCl}$ o) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ p) $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
q) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{COCl}$ r) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{C}}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$ s) $\text{CH}_3 - \text{COO} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$

Exercice 2

Donne la formule semi-développée des composés suivants :

- a) Acide 2-éthyl-3-méthylpentanoïque f) Anhydride méthanoïque k) Chlorure 2,4-diméthylpentanoyle
b) Acide 2-méthylbutanoïque g) Chlorure de propanoyle l) Chlorure de butanoyle
c) Acide hexane-1,6-dioïque h) Ethanoate de 2-méthylpropyle m) Anhydride de 2-méthylpropanoïque
d) Anhydride éthanoïque propanoïque i) N-éthyl 2-méthylbutanamide n) N-éthyl N-méthyl 2-méthylbutanamide
e) N-éthyl N-méthylpropanamide j) 2-éthylbutanamide o) 2-méthylpropanoate 1,1-diméthyléthyle

Exercice 3

Donne les formules semi-développées et les noms des composés de formule brute suivante :

C₂H₄O₂, C₃H₆O₂, C₄H₈O₂ et C₅H₁₀O₂.

Exercice 4

Ecris la formule semi-développée et le nom du composé résultant de la réaction donnée.

- 1/ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{HCl} + \dots$
2/ Acide butanoïque + propan-1-ol $\rightleftharpoons \dots + \text{H}_2\text{O}$
3/ Anhydride acétique + éthanol $\longrightarrow \dots + \text{Acide acétique}$
4/ Chlorure d'éthanoyle + propan-2-ol $\longrightarrow \dots + \text{HCl}$
5/ Ethanoate de propyle + H₂O $\rightleftharpoons \text{propan-1-ol} + \dots$
6/ Propanoate d'éthyle + OH⁻ $\longrightarrow \dots + \text{éthanol}$
7/ Acide benzoïque + SOCl₂ $\longrightarrow \text{SO}_2 + \text{HCl} + \dots$
8/ Acide éthanoïque + CH₃COOH $\xrightarrow{\text{P}_4\text{O}_{10}} \dots + \text{H}_2\text{O}$
9/ Acide 2-méthylpropanoïque + PCl₅ $\longrightarrow \dots + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$
10/ CH₃CH₂COCl + méthylamine $\longrightarrow \text{HCl} + \dots$
11/ C₂H₂O₃ + propan-2-ol $\longrightarrow \dots + \text{HCOOH}$
12/ C₆H₅-COOH + éthanol $\rightleftharpoons \dots + \text{H}_2\text{O}$
13/ Chlorure de butanoyle + éthanoate de sodium $\longrightarrow \text{NaCl} + \dots$

Exercice 5

Un mono alcool saturé A, a une densité de vapeur d = 2,55. On verse un échantillon de cet alcool en excès dans un bécher contenant une solution acide de dichromate de potassium et on observe que le mélange réactionnel passe de la couleur orange à la couleur verte. Le composé B de l'oxydation de A donne un test positif avec la 2, 4-D.N.P.H ainsi qu'avec la liqueur de Fehling.

- 1) a) Donne la fonction chimique du composé B.
b) Trouve la formule brute de A.
c) Donne la classe, la formule semi-développée et le nom de A sachant que sa molécule contient deux groupes méthyle.
d) La molécule de A est-elle optiquement active ?
e) Donne la formule semi-développée et le nom de B.
- 2) Lorsqu'on verse une solution acide de dichromate de potassium en excès sur A, on obtient le composé C.
L'action du chlorure de thionyle SOCl₂ sur C donne le composé D.

D agit sur une monoamine saturée non cyclique comportant 31,1% d'azote pour donner le produit E.

- Ecris les formules semi-développées possibles de l'amine. Nomme-les.
- L'amine utilisée est celle de la classe la plus élevée. Identifie-la.
- Trouve les formules semi-développées et les noms des corps C, D et E.

Exercice 6

On dispose d'un acide carboxylique A à chaîne carbonée saturée dont le radical possède n atomes de carbone.

- On réalise un mélange équimolaire d'acide carboxylique A et d'éthanol. On obtient un composé organique B.
 - En utilisant la formule générale de A, écris l'équation bilan de la réaction.
 - Sachant que l'on a obtenu une masse $m_B = 16,32$ g du composé B avec un rendement de 64% en partant d'une masse $m_A = 18,5$ g d'acide carboxylique A, montre que $n = 2$.
 - En déduis la formule semi-développée de A et celle de B et nomme les.
- On fait agir à froid l'acide carboxylique A avec l'ammoniac ; un composé C est alors obtenu.
 - Ecris l'équation bilan de la réaction. Indique le nom du composé organique C formé.
 - La déshydratation du composé C conduit à la formation du composé organique D. Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme le produit D formé.
- Dans la pratique, il est possible d'utiliser à la place du composé A un dérivé E de ce dernier. E est obtenu par action du penta chlorure de phosphore PCl_5 ou du chlorure de thionyle $SOCl_2$ sur A.
 - Donne la formule semi-développée et le nom de E
 - Ecris l'équation bilan de sa formation
 - Ecris l'équation bilan de la réaction entre E et l'éthanol. Compare cette réaction avec celle de A avec l'éthanol.

Exercice 7

- La combustion complète d'une mole d'un composé organique A, de formule brute C_xH_yO fournit quatre moles de molécules de dioxyde de carbone et quatre moles de molécules d'eau. La molécule de A renferme un seul atome d'oxygène.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction.
 - Montre que la formule brute du composé A est C_4H_8O .
 - Donne les formules semi-développées des différents isomères possibles de A.
- Parmi ces différents isomères, un seul réagit avec la 2,4-DNPH et donne un test négatif en présence de liqueur de Fehling.
 - Précise la fonction chimique de cet isomère.
 - Donne la formule semi-développée et le nom de cet isomère.
- L'un des isomères de A, le butanal, est traité par une solution de permanganate de potassium acidifiée. Il donne un composé B.
 - Ecris la formule semi-développée et donne le nom du composé B.
 - Le produit B réagit avec le pentachlorure de phosphore (PCl_5) pour donner un composé organique C.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction.
 - Donne le nom du composé C.
- On fait réagir l'éthanol sur le composé C. On obtient entre autres un composé organique D.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction.
 - Donne :
 - le nom de cette réaction chimique ;
 - les caractéristiques de cette réaction chimique ;
 - le nom du composé organique D.
 - On fait réagir également l'éthanol sur le composé B. On obtient entre autres le même composé organique D.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction.
 - Donne le nom et les caractéristiques de cette réaction.

Exercice 8

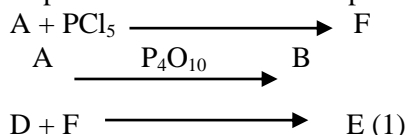
L'hydrolyse E d'un ester produit deux corps A et B.

- La combustion complète de 1 mole de A de formule $C_xH_yO_z$ a nécessité 6 moles de O_2 et produit 90 g d'eau et 176 g de CO_2 .
 - Ecris l'équation bilan de la combustion.
 - Détermine la formule brute de A.
 - Quelles sont les formules semi-développées possibles de A ?
- L'oxydation ménagée de A conduit à un corps A' qui ne réagit pas avec le nitrate d'argent ammoniacal.

- a) Quelle est la fonction chimique de A' sachant que sa molécule ne contient pas de groupement carboxyle ?
 b) En déduis les formules semi-développées et les noms de A et A' .
- 3) Le corps B réagit avec le chlorure de thionyle SOCl_2 suivant la réaction $B + \text{SOCl}_2 \rightarrow C + \text{SO}_2 + \text{HCl}$
 L'action de C sur l'aminométhane (ou méthylamine) produit de la N-méthyléthananamide.
 En présence d'un déshydratant comme P_4O_{10} , $B + B \rightarrow D + \text{H}_2\text{O}$. Indiquer les noms et formules semi-développées de B, C, D et E. Comment appelle-t-on la réaction entre l'ester E et une solution de potasse ($\text{K}^+ + \text{OH}^-$) ?
 Ecris l'équation bilan de la réaction et nommer le produit obtenu.

Exercice 9

- 1) On fait agir de l'acide carboxylique A, de formule brute $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ sur un composé D (propan-2-ol) en présence de catalyseurs adéquats. On obtient un composé dioxygéné E et de l'eau.
 a) Donne le nom de la réaction produite entre l'acide carboxylique et l'alcool.
 b) Donne les caractéristiques de cette réaction.
 c) Ecris la formule semi-développée du groupe fonctionnel de E.
- 2) La masse de 0,5 mole de cet acide carboxylique est de 30 g.
 a) Détermine la valeur de l'entier n.
 b) Donne les formules semi-développées et les noms des produits de A et E.
- 3) On réalise la chaîne de réaction ci-dessous avec les composés A et E définis ci-dessus.
 Les composés B et F sont des composés organiques.



- a) Sans écrire les équations, donne les formules semi-développées et les noms des corps B et F.
 b) Donne le nom et les caractéristiques de la réaction marquée (1)

Exercice 10

Un corps organique A ne contient que les éléments carbone, hydrogène et oxygène. Sa composition centésimale massique est 54,5% en carbone et 9,1% en hydrogène. Sa densité de vapeur par rapport à l'air est 1,52.

- 1) Détermine sa formule brute.
 2) a) Donne la formule semi-développée de A sachant qu'il donne avec la 2,4-DNPH un précipité jaune.
 b) A donne-t-il un test positif avec la liqueur de Fehling ?
 3) Le composé A réagit avec le permanganate de potassium en milieu acide. Ecris l'équation-bilan de la réaction et donne le nom du produit B obtenu.
 4) On fait réagir A sur le dihydrogène en présence de platine. On obtient ainsi C qui possède les caractéristiques suivantes :
 - C réagit sur le sodium pour donner un dégagement de dihydrogène ;
 - C ne réagit pas avec la 2,4-DNPH.
 Interprète ces différents renseignements et déterminer la formule semi-développée de C.
 5) On fait réagir C sur B.
 a) Ecris l'équation de la réaction.
 b) Quelles sont les caractéristiques et les produits de cette réaction ?

Exercice 11

- 1) L'analyse massique d'un ester E de formule $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_2$ indique qu'il contient 64,6% de carbone et 24,6 % d'oxygène. Calcule la masse molaire moléculaire de E et en déduire sa formule brute.
 2) L'action de l'eau sur E conduit à deux composés organiques A et B.
 a) De quel type de réaction s'agit-il ?
 b) Quelles sont ses caractéristiques ?
 c) Quels sont les groupes fonctionnels des corps A et B ?
 3) Le composé A est un acide carboxylique de formule $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$.
 Afin de préciser le corps B, on le soumet à une oxydation ménagée. Celle-ci conduit à la formation d'un composé C qui réagit avec la 2,4 - D.N.P.H mais qui est sans action sur le réactif de Tollens.
 a) Détermine les formules semi-développées et les noms de B et C en justifiant les réponses.
 b) En déduis la formule semi-développée et le nom de E.
 c) Ecris l'équation-bilan de la réaction entre E et l'eau.

Exercice 12

Le 2-méthylbutanal noté A et la 3-méthylbutan-2-one notée B sont deux isomères de formule brute $C_5H_{10}O$.

- 1) a) Donne la formule semi-développée du 2-méthylbutanal. Marquer d'un astérisque le carbone asymétrique et encadre le groupement fonctionnel. Donner le nom de la fonction.
b) Quelles propriétés optiques confère à la molécule la présence d'un carbone asymétrique ?
c) Donne les représentations spatiales des deux énantiomères.
d) Le 2-méthylbutanal est oxydé par les ions dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$) en milieu acide : la solution prend la teinte verte des ions Cr^{3+} . Ecris l'équation bilan la réaction.
e) Le produit organique obtenu à la question d) par oxydation réagit avec le chlorure de thionyle ou le pentachlorure de phosphore pour donner un dérivé chloré, donne le nom et la formule semi-développée de ce dérivé chloré.
f) Le dérivé chloré réagit avec l'ammoniac; donne le nom et la formule semi-développée du produit obtenu.
- 2) la 3-méthylbutan-2-one a pour formule : $CH_3 - COCH(CH_3) - CH_3$
a) Encadre le groupement fonctionnel. Donne le nom de la fonction
b) Ce composé est obtenu par oxydation d'un alcool : donne le nom et la formule de cet alcool.
c) Cet alcool, lui-même, peut être obtenu de façon majoritaire par hydratation d'un hydrocarbure : donne le nom et la formule semi-développée de cet hydrocarbure.
- 3) Cite un test d'identification commun aux deux isomères A et B et cite un test permettant de les différencier en précisant avec lequel des deux composés le test est positif.

Exercice 13

- 1) La combustion complète par le dioxygène de 0,1 mole d'un alcool saturé A a donné 8,96 L de dioxyde de carbone et de l'eau. Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire d'un gaz est 22,4 L/mol.
a) Ecris l'équation bilan de la combustion d'un alcool saturé et en déduis que la formule brute est $C_4H_{10}O$.
b) Donne la formule semi-développée, le nom et la classe de chacun des isomères possibles de A.
- 2) On effectue l'oxydation de trois isomères, notés A_1 , A_2 et A_3 par une solution de dichromate de potassium en milieu acide.
 - L'oxydation A_1 donne un mélange de deux produits organiques B_1 et C_1 ; celle de A_2 donne un mélange de deux produits organiques B_2 et C_2 .
 - ✓ B_1 et B_2 donne un test positif avec la liqueur de Fehling.
 - ✓ C_1 et C_2 font virer au jaune le bleu de bromotymol.
 - L'oxydation de A_3 donne un produit organique D qui réagit positivement avec la DNPH, mais négativement avec la liqueur de Fehling.
a) Quels renseignements peut-on déduire de chacun des tests ? Identifier sans ambiguïté les réactifs A_1 , A_2 et A_3 .
Donne la formule semi-développée et le nom de chacun des produits B_1 , B_2 , C_1 , C_2 et D.
b) Ecris l'équation bilan d'oxydoréduction qui permet le passage de l'alcool A_3 au produit D.
- 3) Sur le dernier isomère de l'alcool A on fait réagir soit de l'acide éthanoïque soit du chlorure d'éthanoyle.
Ecris dans chaque cas l'équation bilan et préciser :
 - Le Nom des produits obtenus.
 - Le nom et les caractéristiques de chacune des réactions.

Exercice 14

Le propanoate d'éthyle et l'éthanoate de propyle sont deux (02) isomères d'un ester G de formule brute $C_5H_{10}O_2$. En séance de travaux pratiques, le professeur de physique-chimie se propose de préparer avec ses élèves, l'un de ces deux isomères.

- 1) Le professeur met à leur disposition trois (03) flacons ①, ②, ③ contenant respectivement :
 - ① alcool A, le propan-2-ol ;
 - ② alcool B, le propan-1-ol ;
 - ③ une solution aqueuse de dichromate de potassium acidifiée.
- 1.1) Ecris les formules semi-développées des alcools A et B.
- 1.2) Les élèves font réagir en excès du dichromate de potassium sur les composés A et B.
Ils obtiennent les composés C et C'.
 - Le composé C réagit positivement au test de la 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH).
 - Le composé C' réagit avec le bleu de Bromothymol (BBT) pour donner une coloration jaune.
- 1.2.1) Donne la famille chimique de chacun des composés C et C'.
- 1.2.2) Donne les formules semi-développées et les noms des composés C et C'.

- 2) En plus des composés C et C' précédents, le professeur leur donne deux (02) autres flacons contenant l'un de l'éthanol (E) et l'autre du chlorure de propanoyle (F). L'ester G peut être préparé à partir des composés C, C', E et F.
 - 2.1) Ecris les formules semi-développées des composés E et F.
 - 2.2) Donne les noms des composés que les élèves peuvent utiliser pour préparer l'ester G.
 - 2.3) Ecris les équations-bilans des réactions qui donnent l'ester G, à partir des composés de la question 2.2.

Exercice 15

Dans tout l'exercice, l'acide propanoïque de formule $C_3H_6O_2$ est noté A et l'éthanol de formule C_2H_6O est noté B.

- 1) On fait agir A sur B et on obtient un composé organique C.
 - 1.1) Ecris l'équation-bilan de la réaction chimique entre A et B.
 - 1.2) Donne le nom et les caractéristiques de cette réaction.
 - 1.3) Donne la formule semi-développée et le nom de C.
- 2) Par déshydratation intermoléculaire de A on obtient le composé D de formule : $CH_3 - CH_2 - CO - O - CO - CH_2 - CH_3$.
 - 2.1) Donne le nom du composé D et la famille chimique à laquelle il appartient.
 - 2.2) Le composé C peut être obtenu en faisant réagir D et B.
 - 2.2.1) Ecris l'équation-bilan de la réaction chimique.
 - 2.2.2) Donne les caractéristiques de cette réaction chimique.
- 3) On a utilisé 10 g d'anhydride d'acide pour préparer C. Déterminer la masse de B utilisée.
- 4) Par action de l'ammoniac sur le composé A on obtient un carboxylate d'ammonium qui par déshydratation donne un composé organique E.
 - 4.1) Ecris l'équation-bilan de :
 - 4.1.1) la réaction chimique entre A et l'ammoniac ;
 - 4.1.2) la déshydratation du carboxylate d'ammonium.
 - 4.2) Donne la formule semi-développée et le nom de E.

Exercice 16

- 1) Un chimiste veut déterminer la formule brute d'un alcool A de formule générale $C_nH_{2n+2}O$. Pour cela il réalise la combustion complète d'une masse $m = 6$ g de cet alcool dans le dioxygène. Il recueille 6,72 L de dioxyde de carbone.
 - 1.1) Ecris l'équation-bilan de la réaction.
 - 1.2) Montre que la formule brute de l'alcool A est C_3H_8O .
 - 1.3) Donne les formules semi-développées des isomères possibles de l'alcool A et les nommer.
- 2) Pour identifier le composé A, il réalise son oxydation ménagée par un oxydant en excès en milieu acide. Il obtient un composé B.
 - 2.1) Donne les formules semi-développées possibles de B et les familles chimiques correspondantes.
 - 2.2) Le composé B fait virer le bleu de bromothymol au jaune.
 - 2.2.1) Identifie le composé B.
 - 2.2.2) En déduis la formule semi-développée et le nom de l'alcool A.
- 3) L'action du chlorure de thionyle sur l'acide propanoïque donne un composé C.
 - 3.1) Ecris l'équation-bilan de la réaction.
 - 3.2) Donne la formule semi-développée et le nom de C.
- 4) On fait réagir de l'ammoniac (NH_3) sur le composé C et on obtient un composé D.
 - 4.1) Donne la formule semi-développée et le nom de D.
 - 4.2) L'action du composé C sur l'alcool A conduit à un produit E.
 - 4.2.1) Ecris l'équation-bilan de cette réaction.
 - 4.2.2) Donne la formule semi-développée et le nom de E.
 - 4.2.3) Donne les caractéristiques de cette réaction.

Exercice 17

- 1) Un acide carboxylique saturé est noté A. La molécule de A comporte n atomes de carbone.
 - 1.1) Exprime la formule générale de A en fonction du nombre n d'atomes de carbone.
 - 1.2) La combustion complète de 0,05 mol de l'acide carboxylique A donne 0,2 mol de dioxyde de carbone et 0,2 mol d'eau.
 - 1.2.1) Ecris l'équation-bilan de la réaction de combustion complète de A.
 - 1.2.2) Montre que la formule brute de A est $C_4H_8O_2$.
 - 1.2.3) Donne la formule semi-développée et le nom de A sachant que celle-ci comporte une ramification.
- 2) On se propose de préparer un ester E : le 2-méthylpropanoate d'éthyle. On dispose de l'acide 2-méthylpropanoïque,

de l'éthanol et du décaoxyde de tétraphosphore (P_4O_{10}).

2.1) Ecris la formule semi-développée de l'ester E.

2.2) Donne la formule semi-développée et le nom du composé B que l'on peut préparer à partir de l'acide fourni et du décaoxyde de tétraphosphore.

2.3)

2.3.1) Ecris l'équation-bilan de la réaction de préparation de l'ester E en utilisant la formule semi-développée de B.

2.3.2) Donne le nom et les caractéristiques de cette réaction chimique.

2.3.3) Calcule la masse m_E , de l'ester formé sachant qu'on a utilisé 4,6 g d'éthanol.

Exercice 18

L'hydrolyse d'un ester A au cours d'une réaction lente donne deux corps B et C. L'équation bilan de la combustion complète d'une mole de B de formule brute $C_xH_yO_z$ est : $C_xH_yO_z + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right) O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O$

Cette combustion nécessite d'une part 6 moles de dioxygène et d'autre part produit 90g d'eau et 176g de dioxyde de carbone. La molécule de B ne contient que des liaisons simples et de plus elle est chirale.

1) après avoir rappelé ce que signifie une molécule chirale, détermine la formule brute, la formule semi développée et le nom de B.

2) L'oxydation ménagée de B conduit à un composé B'. Indique le nom et la formule semi développée de B'.

3) En présence de penta chlorure de phosphore on peut transformer le corps C en un chlorure d'acyle C'. L'action de C' sur l'amino-méthane donne naissance au N-méthylétnanamide. Après avoir écrits la formule des différents corps cités, en déduis les formules semi développées et les noms du corps C et de l'ester.

Exercice 19

1) Un acide carboxylique à chaîne carbonée saturée a une masse molaire de 102 g.mol^{-1} .

a) Détermine sa formule brute.

b) Donne les formules semi-développées de tous les isomères de cet acide. Nomme chacun de ces isomères.

c) L'un de ces isomères est une molécule chirale. De quel isomère s'agit-il ? Justifie.

Donne une représentation en perspective de ses deux énantiomères.

2) On fait réagir sur l'acide 2-méthylbutanoïque un agent chlorurant puissant, le pentachlorure de phosphore PCl_5 pour former un composé organique B.

a) Ecris l'équation-bilan de la réaction qui se produit. Nomme le composé organique B formé.

b) Le composé B précédent est traité à froid par une solution de 2,3-diméthylbutan-2-ol.

Ecris l'équation-bilan de la réaction et préciser le type de réaction concerné.

Nomme le produit organique formé.

c) Le même composé B est traité à froid par l'ammoniac.

Donne la formule semi-développée et le nom du produit organique formé.

3) On fait maintenant agir sur l'acide 2-méthylbutanoïque un agent déshydratant puissant, l'oxyde de phosphore P_4O_{10} .

Donne la formule semi-développée et le nom du produit formé. A quelle famille de produits appartient-il ?

Exercice 20

On considère un composé A de formule semi-développée : $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - \underset{\substack{| \\ OH}}{CH} - CH_3$

1) L'oxydation ménagée de A par déshydrogénation catalytique conduit à un composé organique B.

a) Ecris l'équation-bilan de cette réaction et nommer le composé organique B formé.

b) Donne un test permettant d'identifier le composé B.

2) Le composé organique A est obtenu par hydratation d'un alcène C.

a) Donne les formules semi-développées possibles de C.

b) Quelle est, parmi ces formules, celle du composé C qui permet d'obtenir A comme produit minoritaire de la réaction ?
Nomme-la.

c) Donne la formule semi-développée et le nom du composé majoritaire A' obtenu par hydratation du composé C.

Ce composé A' peut-il subir une oxydation ménagée ? Pourquoi ?

3) Le composé A précédent est traité à froid par du chlorure de benzoyle ($C_6H_5 - COCl$).

a) Ecris l'équation-bilan de la réaction et précise le nom du composé organique formé.

b) De quel type de réaction s'agit-il ? Donne trois de ses caractéristiques.

4) Le composé A est-il une molécule chirale ? Justifier.

a) Dans l'affirmative, donne une représentation spatiale de ses deux énantiomères.

b) Donne une propriété physique généralement présentée par une molécule chirale.

Exercice 21

On propose de préparer l'éthanoate de 3-méthylbutyle (ou acétate de 3-méthylbutyle) par estérification directe d'un alcool par un acide carboxylique. Sa formule semi-développée est : $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$

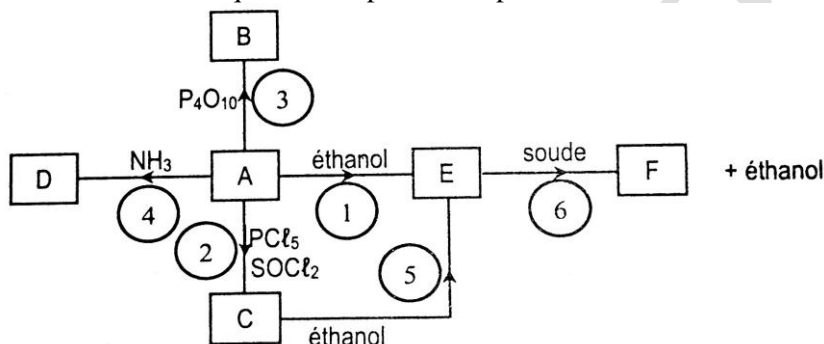
- 1) a) Ecris et nomme les réactifs qui ont permis cette réaction d'estérification.
b) Ecris l'équation-bilan de la réaction et donne ses caractéristiques.
- 2) On prépare un mélange stœchiométrique contenant 0,2 mol de chaque réactif.
Calcule le volume d'acide carboxylique ainsi que le volume d'alcool qu'il faut utiliser. On donne :

Réactifs	Masse volumique (Kg/L)	Masse molaire (g/mol)
Acide carboxylique	1	60
Alcool	0,8	88

- 3) La réaction étant terminée, on dose le monoacide restant. Il faut verser un volume $V_b = 33,5 \text{ mL}$ de soude de concentration $C_b = 2 \text{ mol/L}$ pour atteindre l'équivalence. Calcule :
 - a) La quantité d'acide qui restait dans le milieu réactionnel.
 - b) La quantité d'acide ayant réagi.
 - c) Le rendement de la réaction.
- 4) La modification des proportions initiales des réactifs influence le rendement de la réaction.
En partant d'un mélange initial contenant 0,2 mol d'alcool et 1 mol d'acide, on obtient à l'équilibre 0,19 mol d'ester.
Calcule le pourcentage d'alcool estérifié.
- 5) Proposer une autre méthode correspondant à une réaction totale permettant d'obtenir cet ester.
Quel réactif faut-il changer ? Ecris l'équation-bilan de la réaction proposée.

Exercice 22

On considère le schéma ci-dessous, où A, B, C, D, E et F sont des composés organiques. Les réactions chimiques sont représentées par des flèches numérotées de 1 à 6.



- 1) A est un monoacide carboxylique à chaîne saturée. Sa masse molaire atomique est 60 g.mol^{-1} .
 - a) Détermine sa formule brute.
 - b) En déduis sa formule semi-développée et son nom.
- 2) Après analyse du schéma réactionnel :
 - a) Détermine la formule semi-développée et le nom de chacun des composés organiques B, C, D, E et F.
 - b) Ecris l'équation bilan de chacune des réactions 1 à 5.
 - c) Donne le nom et les caractéristiques des réactions 1 et 5.

Exercice 23

On donne les formules de 4 corps A, B, D et E.

A: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$

B: $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$

C: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COCl}$

D: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$

E: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-NH}_2$

- 1) Nomme ces corps et indique le groupe fonctionnel caractéristique de chacun d'eux.
- 2) a) On fait réagir une solution acidifiée de S de dichromate de potassium sur le corps A.
On obtient dans une première étape un composé F, puis dans une seconde étape un composé G.
Ecris l'équation bilan correspondant à chacune de ces deux étapes.
b) La même solution S agit maintenant sur le corps B pour donner un corps H.

- Donne la formule semi-développée et le nom de H.
- c) Indique la nature des composés F, G, et H. Donne leurs noms. Cite un réactif permettant de distinguer F et H.
- 3) a) La densité de vapeur d'un monoacide carboxylique à chaîne saturée non cyclique I est 3.
Donne les formules semi-développées possibles pour I, ainsi que les correspondants.
- b) L'isomère non ramifié de I réagit sur B en présence d'un catalyseur pour donner un composé J.
Ecris l'équation bilan de cette réaction. Donner le nom de J. Précise les caractéristiques de cette réaction.
- 4) a) Le composé G subit le déshydratant énergétique, l'oxyde de phosphore P_4O_{10} .
Ecris l'équation de la réaction et nommer le composé K obtenu. Que donne l'hydrolyse du produit K ?
- b) Quel est le produit obtenu par décarboxylation de l'isomère non ramifié du composé I.

Exercice 24

On étudie la réaction entre l'acide éthanóïque et le méthanol. Dans plusieurs ampoules on mélange 2,3 g d'acide et 1,6 g d'alcool. On scelle ensuite les ampoules et on les place dans une étuve à $50^\circ C$. Au bout de 24h on constate que la masse de l'acide que l'on peut doser reste constante et vaut 0,76 g.

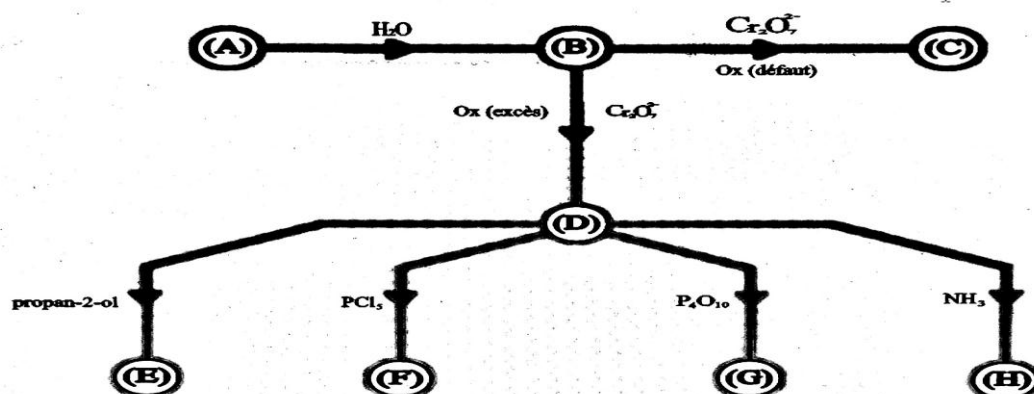
- 1) Ecris l'équation de la réaction en utilisant les formules semi-développées.
- 2) Quelles sont les caractéristiques ?
- 3) Quel est le pourcentage d'alcool estérifié ?
- 4) Quels autres réactifs peut-on utiliser pour obtenir que tout alcool réagisse en formant le même ester ?
On écrira l'équation de la réaction avec l'un d'eux.

Exercice 25

- 1) L'hydratation complète d'un alcène A de formule brute C_nH_{2n} en présence d'acide sulfurique (H_2SO_4) conduit à un mélange de deux alcools isomères B et B'. B' étant le produit majoritaire. Ecris l'équation-bilan de la réaction
- 2) La combustion complète de m grammes de B donne m_1 grammes de dioxyde de carbone et m_2 grammes d'eau tel que $\frac{m_1}{m_2} = \frac{55}{27}$
 - a) Ecris l'équation de combustion du composé B.
 - b) Détermine la formule brute de B et en déduire celle de A.
- 3) B et B' sont mis en présence d'un oxydant (l'ion dichromate)
 - B' ne réagit pas avec l'oxydant
 - Par contre B s'oxyde en un composé D qui fait un test positif avec la DNPH et un test négatif avec le réactif de Schiff.
 - a) Quelle est la classe des alcools B et B' ?
 - b) En déduis la fonction chimique du composé D.
 - c) En déduis les formules semi-développées et les noms des composés A, B, B' et D.
- 4) B est mis en présence d'un chlorure d'acyle F dont le pourcentage en masse d'hydrogène vaut 3,82 %.
On obtient alors un composé E et du chlorure d'hydrogène.
 - a) Détermine la formule brute de F, sa formule semi-développée ainsi que son nom.
 - b) Donne le nom et les caractéristiques de cette réaction
 - c) Ecris l'équation-bilan de cette réaction. (On donnera le nom du composé E)

Exercice 26

On considère le schéma ci-dessous où (A) ; (B) ; (C) ; (D) ; (E) ; (F) ; (G) ; (H) sont des composés organiques dont on devra déterminer les formules semi-développées et les noms à partir des indices proposés. Les réactions chimiques sont représentées par des flèches.



- 1) Sachant que le pourcentage en masse d'oxygène du composé G vaut 47,05 %, identifie tous les composés organiques du schéma réactionnel.
- 2) Ecris l'équation-bilan de la réaction (D + propan-2-ol a produit E).
Donne le nom et les caractéristiques de cette réaction.

Exercice 27

Soit un alcool B dont la formule brute est $C_5H_{12}O$.

- 1) Donne les formules semi-développées des différents alcools ayant la formule $C_5H_{12}O$.
- 2) Des analyses montrent que la molécule B est ramifiée et chirale. L'oxydation ménagée de B par le permanganate de potassium en milieu acide donne, entre autres, un acide carboxylique.
 - a) Montre que B est le 2-méthylbutan-1-ol.
 - b) Qu'appelle-t-on atome de carbone symétrique ?
Indique par un astérisque l'atome de carbone asymétrique dans la formule semi-développée de B.
 - c) Représente les énantiomères correspondant à B.
 - d) Donne la formule semi-développée et le nom de l'acide carboxylique obtenu par oxydation ménagée de l'alcool B par l'ion permanganate en milieu acide.
- 3) On fait réagir l'acide éthanoïque avec l'alcool B.
 - a) Écris l'équation-bilan de la réaction et nommer le produit organique obtenu à la fin de la réaction.
Précise les caractéristiques de cette réaction.
 - b) Les masses utilisées de l'acide éthanoïque et de l'alcool sont respectivement $m_A=15g$ et $m_B=22g$.
Calcule la masse du produit organique obtenu à la fin de la réaction sachant que le rendement de la réaction est 66,7 %.
- 4) a) Propose une autre méthode pour préparer le produit organique obtenu à la question 3) a).
b) Écris l'équation-bilan de la réaction correspondant à cette méthode.
c) Quelles sont ses caractéristiques ?

Exercice 28

Un composé organique A est formé d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Les pourcentages massiques de carbone et d'oxygène de ce composé sont : $\%C = 64,58$ et $\%O = 24,60$.

- 1) On fait réagir le composé A avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ; on obtient deux composés organiques B et C la déshydratation du composé C donne un alcène de densité $d = 2,41$ par rapport à l'air.
 - a) Quelles sont les fonctions chimiques des composés A et C ?
 - b) En déduis les formules moléculaires brutes des composés A et C sachant que A est à chaînes carbonées saturées et non cycliques.
 - c) Le composé C est oxydé par le dichromate de potassium en milieu acide.
On obtient un composé D qui donne un test positif avec la liqueur de Fehling.
Ecris les formules semi développées des isomères du composé C et donne leurs noms.
 - d) Le composé C est chiral.
En déduis les formules semi développées et les noms des composés A et B.
- 2) Le produit B obtenu donne un composé B' en présence d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique.
La déshydratation de 60g du composé B' en présence de l'oxyde de phosphore (P_4O_{10}) donne de l'anhydride éthanoïque E.
 - a) Ecris l'équation bilan de la réaction de déshydratation.
 - b) Détermine la masse du composé E formé sachant que le rendement de la réaction est de 80%.
- 3) Soit A' un ester de même formule brute que A. On donne les équations des réactions suivantes :

$$X + CH_3 - CHOH - CH_3 \rightarrow A' + Y$$
 (X est un anhydride d'acide symétrique et Y est à chaîne ramifiée)

$$Y + CH_3 - NH_2 \rightarrow Z + H_2O$$

$$Y + SOCl_2 \rightarrow W + SO_2 + HCl$$

 Identifie, en précisant les formules semi développées et les noms, les composés X, Y, A', Z et W.

Exercice 29

On donne la formule semi-développée plane de l'oléine :

$$\begin{array}{c}
 C_{17}H_{33}COO - CH_2 \\
 | \\
 C_{17}H_{33}COO - CH \\
 | \\
 C_{17}H_{33}COO - CH_2
 \end{array}$$

- 1) Quel groupe fonctionnel reconnaissez-vous dans cette molécule ?
- 2) Quelle est la formule générale d'un savon ?
- 3) Quel est le nom de la réaction qui permet de fabriquer un savon à partir d'un corps gras ? Est-elle totale ?
- 4) On souhaite fabriquer un savon à partir de l'oléine et d'hydroxyde de sodium. Ecris l'équation-bilan de la réaction.

- 5) Détermine la masse d'oléine nécessaire pour réagir complètement avec 600 g d'hydroxyde de sodium, la réaction étant totale. On donne : $M(\text{oléine}) = 884 \text{ g/mol}$.

Exercice 30

On étudie un corps gras appelé butyrine dont la formule chimique est :

$$\begin{array}{c} \text{C}_3\text{H}_7\text{COO} - \text{CH}_2 \\ | \\ \text{C}_3\text{H}_7\text{COO} - \text{CH} \\ | \\ \text{C}_3\text{H}_7\text{COO} - \text{CH}_2 \end{array}$$

- Indique la fonction chimique présente dans ce composé.
- Ce corps est obtenu au cours d'une réaction chimique dont le bilan est donné par l'équation suivante dans laquelle certains réactifs et produits ne sont pas précisés : $\text{A} + 3\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH} \longrightarrow \text{G} + 3\text{B}$.
 - Donne les formules semi-développées de A et B ainsi que leur nom.
 - Indique le nom de cette réaction.
 - Indique la fonction chimique du composé $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$. Ce composé présente deux isomères de chaînes : écris les formules semi-développées de ces deux isomères et nomme les.
- Le composé G réagit à chaud avec l'hydroxyde de sodium : $\text{G} + 3(\text{Na}^+ + \text{OH}^-) \longrightarrow 3\text{D} + \text{A}$.
 - Ecris la formule semi-développée du composé D.
 - Donne le nom et les caractéristiques de cette réaction.

Exercice 31

ANANGANAN mélange 12 g d'un corps gras avec 20 cm³ de soude de concentration molaire $C = 2,5 \text{ mol/L}$. Il chauffe suffisamment longtemps ce mélange et obtient un composé A.

Le corps gras est constitué d'un triester de formule :

$$\begin{array}{c} \text{H}_{35}\text{C}_{17}\text{COO} - \text{CH}_2 \\ | \\ \text{H}_{35}\text{C}_{17}\text{COO} - \text{CH} \\ | \\ \text{H}_{35}\text{C}_{17}\text{COO} - \text{CH}_2 \end{array}$$

- Comment appelle-t-on cette opération ?
- Ecris l'équation-bilan de cette réaction.
 - Indique sur l'équation le nom des produits formés.
- Quelles sont les propriétés de cette réaction ?
- Recherche le réactif en excès.
- Détermine la masse du composé A formé.
- AKAFOU voudrait fabriquer le composé A. Il dispose d'un acide gras de formule $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$, du glycérol et de la soude. Quelles sont les opérations à effectuer ?

Exercice 32

De nombreux lipides sont des glycérides ou des triesters du glycérol et des acides gras.

- Ecris la formule semi-développée du glycérol ou propan-1,2,3-triol.
- Ecris l'équation générale d'estérification par le glycérol d'un acide gras RCOOH .
- On fait agir sur le lipide (triester) obtenu un excès d'une solution d'hydroxyde de potassium à chaud. Il se forme du glycérol et un produit S.
 - Ecris l'équation générale de cette réaction.
 - Donne le nom général donné au produit S.
 - Donne le nom de ce type de réaction.
- Dans le cas où le corps gras utilisé dérive de l'acide oléique ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) et où l'on fait agir l'hydroxyde de potassium sur $m = 2.10^3 \text{ kg}$ de ce corps gras, écris l'équation de la réaction et calcule la masse du produit S obtenu.

Exercice 33

Traditionnellement, dans nos campagnes africaines les femmes recycloient les graisses et les huiles d'origine animale ou végétale pour en faire du savon. Le savon est également fabriqué en usine.

- Les graisses et les huiles sont des corps gras. Les corps gras sont pour la plupart des triglycérides.
 - Rappelle ce qu'est un triglycéride.
 - Rappelle la formule semi-développée du propan-1,2,3-triol ou glycérol.
- L'acide palmitique ou acide hexadécanoïque a pour formule : $\text{H}_{31}\text{C}_{15}\text{COOH}$. En faisant réagir le glycérol sur l'acide hexadécanoïque on obtient un composé organique nommé palmitine.
 - Ecris à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction du glycérol sur l'acide hexadécanoïque.
 - Nomme cette réaction et dire si elle est totale ou non.

3) La palmitine est aussi présente dans l'huile de palme. Dans une usine de la place on fabrique du savon à partir de la palmitine provenant d'huile de palme. Pour cela, on y réalise la saponification de la palmitine contenue dans 1500 kg d'huile de palme renfermant, en masse, 47 % de palmitine.

La base forte utilisée est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

- Ecris l'équation-bilan de la réaction de saponification de la palmitine par la solution d'hydroxyde de sodium et entoure la formule du produit qui correspond au savon.
- Calcule la masse de savon obtenue si le rendement de la réaction est de 80 %.

Exercice 34

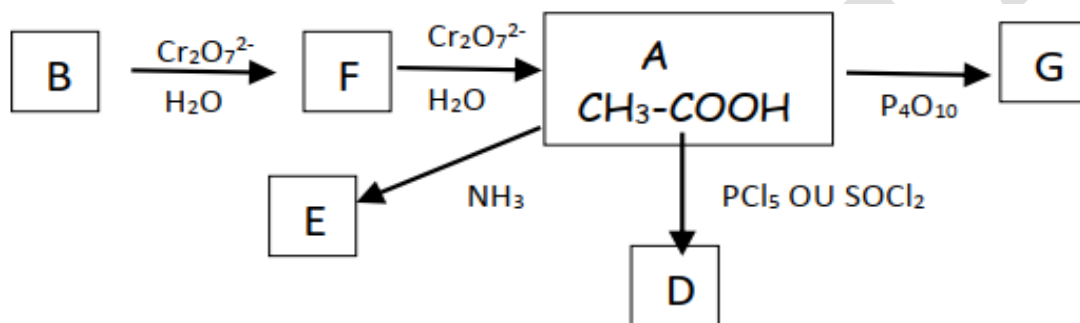
Un ester a pour formule moléculaire $C_4H_8O_2$.

- Ecris les formule semi-développées qu'on peut lui attribuer. Pour chaque formule, précise les formules semi-développées et les noms de l'acide carboxylique et de l'alcool correspondants.
- Sur 8,8 g de cet ester on fait agir 1,8 g d'eau ; lorsque l'équilibre chimique est atteint on constate que 5,28 g d'ester n'ont pas été hydrolysés.
 - Quelle est alors, parmi les formules écrites au 1) celle qui correspond à l'ester utilisé (formule et nom) ?
 - Quels sont les corps en présence à l'équilibre ? Précises leurs formules semi-développées et calcule leurs masses.

Exercice 35

1^{ère} partie :

Dans cet organigramme, réactifs utilisés sont notés sur les flèches. Les noms et les formules des composés sont les seules informations demandées.



- A partir de l'organigramme, reproduis le tableau suivant et le complète.

Composés	Formules semi-développées	Nom	Groupe fonctionnel
B			
F			
G			
D			
E			

- pour obtenir le produit (B) ; il faut ajouter de l'eau à un alcène en milieu acide sulfurique.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction et nomme l'alcène.
 - Comment appelle-t-on la réaction chimique entre l'alcène et l'eau ?
- L'oxydation ménagée du composé B par une solution de dichromate de potassium en milieu acide conduit au composé F.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction chimique entre le composé B et l'ion dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$)
 - Détermine le volume V_0 de la solution oxydante de dichromate de potassium de concentration molaire volumique $C_0 = 1 \text{ mol/L}$ nécessaire pour oxyder une masse $m = 0,20 \text{ g}$ de B.

2^{ème} Partie :

Un chimiste obtient un composé organique unique à partir de deux (2) réactions chimiques :

- L'acide éthanóïque sur l'éthanol :
- Le chlorure d'éthanol sur l'éthanol.

- Ecris les deux équations-bilan et nomme le composé organique obtenu.
- Donne le nom de la réaction chimique de l'acide éthanóïque sur l'éthanol et précise ses caractéristiques.
- Réponds aux mêmes questions pour la réaction du chlorure d'éthanol sur l'éthanol.

LES ACIDES α -AMINES

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol^{-1}) : C : 12; H : 1; O : 16; N : 14; Na : 23; Cl : 35,5 et $V_m = 24 \text{ L/mol}$.

Exercice 1

- 1) Donne la définition d'un atome de carbone asymétrique. Quand dit-on qu'une molécule est chirale ?
- 2) Ecris les formules des acides α -aminés suivants en mettant le(ou les carbones) asymétrique(s) par un astérisque.
 - Acide 2-aminopropanoïque ou alanine.
 - Acide 2-amino-3-méthylbutanoïque ou valine.
 - Acide 2-amino-4-méthylpentanoïque ou leucine.
 - Acide 2-amino-3-hydroxybutanoïque ou thréonine.
- 3) Représente en projection de Fischer les deux énantiomères de la valine et les deux énantiomères de l'alanine. Nomme-les en utilisant la notation D et L des biochimistes.
- 4) On désire synthétiser le dipeptide P_1 de formule :

$$\begin{array}{c} \text{NH}_2-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \qquad \qquad \qquad | \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad | \\ \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$$
 - a) Donne les noms des deux acides α -aminés à utiliser.
 - b) Comment doit-on procéder pour obtenir uniquement le dipeptide P_1 ? (décris les grandes étapes de la synthèse).
 - c) Si la synthèse du dipeptide P_1 est réalisée à partir d'un mélange racémique des deux acides α -aminés, combien de stéréo-isomères de P_1 obtiendrait-on ?

Exercice 2

- 1) On considère l'acide amino-2-méthyl-3-butanoïque appelé valine.
 - a) Ecris la formule semi développée de la valine. Quels groupes fonctionnels ce composé possède-t-il ?
 - b) Donne les configurations L et D de la valine.
- 2) On considère un autre acide α -aminé B de formule :

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

La condensation de la valine et de B conduit à un dipeptide de masse molaire $M = 188 \text{ g.mol}^{-1}$.

 - a) Trouve la formule semi développée de B sachant que R est un radical hydrocarboné saturé. Donne son nom systématique.
 - b) Cette condensation donne deux dipeptides P_1 et P_2 isomères. Ecris les équations bilan conduisant P_1 et P_2 . Quel type particulier de liaison trouve-t-on dans ces dipeptides ? Indique-la.
- 3) Les solutions aqueuses de l'acide 2-amino-3-hydroxybutanoïque contiennent un ion dipolaire. Donne la formule et le nom de cet ion et explique son caractère amphotère.

Exercice 3

Un acide aminé a pour formule brute $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$

- 1) a) Écris les formules semi-développées de cet acide et nomme-les.
b) L'un d'eux est un acide α -aminé, lequel ?
- 2) À partir de cet acide α -aminé noté A et en utilisant la représentation de Fischer, définis : un carbone asymétrique, la chiralité, les configurations D et L puis les énantiomères.
- 3) Par élimination d'une molécule de dioxyde de carbone dans A on obtient un composé B qui réagit avec le chlorure d'éthanoyle (CH_3COCl) pour donner C. Ecris l'équation bilan de la réaction; nommer B et C.
- 4) Quand A est en solution, l'espèce chimique prépondérante est un "Amphion" ou "zwitterion".
Donne la formule de la base conjuguée et celle de l'acide conjugué de cet amphion.

Exercice 4

On se propose d'identifier un dipeptide (D), résultant de la réaction entre deux acides aminés (A) et (B).

- 1) Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote du composé (A) ; soient $\%C = 40,45$; $\%H = 7,87$; $\%N = 15,72$.
 - a) Détermine la formule brute de (A) sachant que la molécule ne contient qu'un seul atome d'azote.
 - b) Le composé A est un acide α -aminé. Ecris sa formule semi-développée et donne son nom dans la nomenclature officielle.
- 2) Par réaction de A avec un autre acide α -aminé B de formule brute $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_2\text{N}$, on obtient le dipeptide D.
 - a) Ecris la formule semi-développée de B sachant que sa molécule contient deux atomes de carbone asymétrique et donne son nom dans la nomenclature officielle.

- b) Ecris, à l'aide des formules semi-développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que A est l'acide α -aminé N-terminal. Entoure la liaison peptidique.
- 3) On effectue une décarboxylation de A, par chauffage. Le composé organique azoté (E) obtenu est dissout dans de l'eau pour donner une solution (S).
- a) Ecris l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de A. Nomme le produit (E).
- b) La concentration molaire de (S) est $C = 0,15 \text{ mol/L}$ et son $\text{pH} = 12$.
Détermine le pK_a du couple acide-base correspondant à (E).

Exercice 5

Soit un composé organique A contenant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. On soumet à l'analyse élémentaire 0,78g de ce composé organique. Sa combustion produit 1,47g de CO_2 et 0,66g d'eau. Le volume de diazote recueilli dans les conditions normales par la même masse est $74,7 \text{ cm}^3$.

- Quelle est la composition centésimale du composé ?
- Détermine sa formule brute sachant qu'elle ne contient qu'un seul atome d'azote par molécule.
- Quelles sont ses formules semi-développées possibles sachant que ce composé est un acide α -aminé.
Donne leur nom en nomenclature officielle.
- La chaîne carbonée de A est ramifiée et l'atome porteur des deux groupes fonctionnels porte également un groupe méthyle. Ecris l'équation-bilan de la réaction de condensation de A et de l'un des isomères.
Mets en évidence la liaison obtenue et donne son nom. Comment appelle-t-on le produit obtenu de la condensation ?
- Ecris l'équation-bilan de la réaction d'une solution de A sur une solution de KOH d'une part et sur une solution aqueuse de HNO_3 d'autre part.

Exercice 6

L'acide 2-amino propanoïque ou alanine est un acide α -aminé.

- Ecris sa formule brute. Montre que cette molécule est chirale.
- Donne la représentation de Fischer des énantiomères de configurations D et L de cet acide.
- Ecris la formule de l'amphion correspondant à la molécule précédente.
- La réaction de condensation de l'acide 2-amino propanoïque avec un autre acide α -aminé conduit aux deux isomères d'un dipeptide dont la masse moléculaire est égale à 146 g/mol .
Ecris cette réaction de condensation et en déduis la formule de l'acide α -aminé inconnu.
La molécule de ce dernier est-elle chirale ?

Exercice 7

Un composé organique A ne contient que du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. L'analyse de 1,17 g de cette substance contient en masse 51,28% de carbone; 9,40% d'hydrogène; 27,35% d'oxygène et 11,97% d'azote. Sa masse molaire moléculaire est 117 g/mol .

- Détermine sa formule brute.
- La formule semi-développée contient un groupe carboxyle et un groupe amine, les deux portés par le même atome de carbone. La chaîne carbonée contient une ramification.
Quelle est sa fonction chimique et donne son nom dans la nomenclature officielle.
- En solution aqueuse, A est transformé en ion dipolaire.
 - Comment appelle-t-on un tel ion ?
 - Ecris la formule de l'ion.
- Le composé A possède-t-il un carbone asymétrique ? Si oui, fais la représentation de Fischer en précisant les types de configurations.
- On fait agir sur A un autre composé B : $\text{R} - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$ où R est un groupe alkyle.
 - Ecris les formules semi-développées des deux composés isomères que l'on peut obtenir.
Mette en évidence la liaison peptidique par des pointillés.
 - La masse molaire du produit organique obtenu est 174 g/mol .
En déduis la formule semi-développée et le nom dans la nomenclature usuelle de B.

Exercice 8

Une amine aliphatique à chaîne ramifiée admet pour proportion en masse 65,75% de carbone. Cette amine A est obtenue par décarboxylation d'un acide α -aminé naturel B.

- 1) a) Quelle est la formule brute de A ?
b) Donne la formule semi-développée et le nom de A.
c) Donne la formule semi-développée et le nom de l'acide α -aminé B en nomenclature systématique.
- 2) On fait réagir l'acide α -aminé B avec un autre acide α -aminé naturel C.
On obtient un dipeptide de masse moléculaire $M=174 \text{ g.mol}^{-1}$.
a) Quels sont la formule semi-développée et le de l'acide α -aminé C ?
b) Donne les formules semi-développées possibles du dipeptide.

Exercice 9

On dispose de trois molécules :

- Glycine ou Acide amino éthanoïque.
- Valine ou Acide 2-amino-3-méthyl butanoïque.
- Leucine ou Acide 2-amino-4-méthyl pentanoïque.

- 1) Donne la formule semi-développée de chaque molécule.
- 2) Pour chaque molécule, donne la formule semi-développée de l'amphion, du cation et de l'anion.
- 3) On voudrait fabriquer le tripeptide suivant : $\text{H} - \text{Val} - \text{Gly} - \text{Leu} - \text{OH}$.
a) Explique les différentes étapes de la synthèse.
b) Donne la formule du tripeptide.

Exercice 10

La leucine et l'isoleucine sont deux acides α -aminés de formule $\text{R-CH(NH}_2\text{)-COOH}$ dont les groupes alkyles R diffèrent. Le groupe de la leucine est noté R_L , celui de l'isoleucine R_I . La masse molaire des deux acides α -aminés est $M=131 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 1) Détermine la formule brute du groupe alkyle.
- 2) Les groupes R_L et R_I possèdent chacun une seule ramification, la leucine possède un atome de carbone asymétrique et l'isoleucine en comporte deux.
a) Ecris la formule semi-développée de chacun des deux acides α -aminés.
b) Donne les représentations de Fischer de la configuration de la L-leucine et de la D-leucine.
- 3) a) Montre que la réaction de condensation de la leucine sur l'isoleucine conduit formellement à deux peptides P_1 et P_2 .
b) En fait, la réaction expérimentale conduit à quatre peptides. Pourquoi ?
- 4) On désire synthétiser un des dipeptides P_1 . Indique succinctement quels sont les moyens expérimentaux qui permettent de n'obtenir que P_1

Exercice 11

La formule semi-développée de l'aspartame est :
$$\begin{array}{c} \text{COO} - \text{CH}_3 \\ | \\ \boxed{\text{H}_2\text{N}} - \text{CH} - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{CH}_2 - \boxed{\text{COOH}} \end{array}$$

- 1) Recopie cette formule et entoure les groupes fonctionnels ester et amide en les repérant précisément.
- 2) Nomme les deux groupes fonctionnels déjà encadrés préalablement dans l'énoncé.
- 3) Donne le nom usuel de la liaison $-\text{CO} - \text{NH} -$ que l'on rencontre dans les protéines.
- 4) La formule semi-développée plane ci-dessous est celle de la molécule d'acide aspartique que l'on notera Asp :



- a) L'acide aspartame est-il un acide α -aminé ? Justifie ta réponse.
 - b) L'acide aspartame est-il chiral ? Justifie ta réponse.
 - c) Après avoir reproduit la formule de l'acide α -aminé sur ta copie, précise avec un astérisque l'emplacement de l'atome de carbone asymétrique.
 - d) Représente en projection de Fischer, le D-acide aspartique.
- 5) On donne la formule semi-développée plane de la phénylalanine notée Phe : $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$
$$\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$
- On fait réagir la phénylalanine avec l'acide aspartique pour former le dipeptide Phe-Asp.

- Ecris l'équation-bilan de la réaction.
- La molécule obtenue est-elle celle de l'aspartame.

Exercice 12

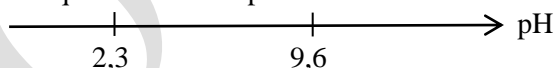
La leucine est un composé organique de formule semi-développée : $(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$.

- Précise la nature de composé et donne son nom systématique.
- La molécule de la leucine est-elle chirale ? Si oui, donne et nomme les représentations de Fischer de la leucine.
- Dans la solution aqueuse de la leucine il existe, entre autres des espèces chimiques, un ion dipolaire appelé Amphion.
 - Ecris la formule semi-développée de cet Amphion.
 - L'Amphion intervient dans deux couples acide/base. Ecris ces couples acide/base.
- On fait réagir la leucine avec un acide α -aminé $\text{R} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$. On obtient un dipeptide dont la masse molaire est égale à 202 g.mol^{-1} .
 - Détermine la formule semi-développée et donne le nom systématique de cet acide α -aminé.
 - Précise, en justifiant, le nombre de dipeptides que le mélange des acides, ci-dessus cités, permet d'obtenir (les formules ne sont pas demandées).
- On veut synthétiser uniquement le dipeptide pour lequel la leucine est l'acide N-terminal. Précise les différentes étapes de cette synthèse et nomme le dipeptide obtenu. Donne la définition d'une liaison peptidique. A quelle fonction chimique appartient-elle ? Représente la liaison peptidique du dipeptide précédent.

Exercice 13

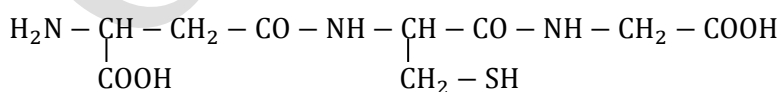
Les acides α aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.

- L'acide α aminé A, de formule semi-développée $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CO}_2\text{H}$ fait partie des vingt principaux acides α -aminés des organismes vivants.
 - Donne dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide α aminé A.
 - Donne la représentation de Fischer des deux énantiomères de cet acide α aminé.
- On réalise la réaction de condensation d'un acide α aminé B de formule semi-développée $\text{R} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CO}_2\text{H}$ sur l'acide α -aminé A (R est un radical alkyl ou un atome d'hydrogène). On ne tiendra pas compte, dans cette question, de l'isomérisation optique et on ne considérera que les réactions possibles entre A et B.
 - Combien de dipeptides peut-on alors obtenir ? Ecris les équations des réactions mises en jeu.
 - Encadre la liaison peptidique pour chaque dipeptide obtenu.
 - Sachant que chaque dipeptide a une masse molaire $M = 174 \text{ g.mol}^{-1}$, détermine la formule semi-développée et le nom de l'acide α -aminé B.
- L'acide α -aminé B ressemble beaucoup, quand il est pur, à un corps à structure ionique. Il se présente en effet sous la forme d'un ion bipolaire (amphion ou zwitterion).
 - Ecris la formule semi développée de cet ion bipolaire.
 - Justifie son caractère amphotère.
 - En déduis les couples acide/base qui lui sont associés.
 - Les pK_a de ces couples acide/base ont pour valeur $\text{pK}_{a1} = 2,3$ et $\text{pK}_{a2} = 9,6$.
 - Associe à chaque couple acide/base un pK_a .
 - Complète le diagramme ci-dessous en y indiquant les espèces acido-basiques majoritaires de l'acide α -aminé B pour chaque domaine de pH.



Exercice 14

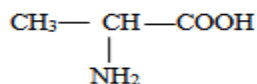
Le glutathion qui entre dans la constitution de toutes les cellules vivantes, est un tripeptide dont la formule semi-développée est :



- Combien la molécule de glutathion comporte-t-elle de liaisons peptidiques ? Reproduis la formule et encadre le groupe caractéristique de chaque liaison peptidique.
- L'hydrolyse du glutathion conduit à trois acides α -aminés : la glycine, la cystéine et l'acide glutamique. Ecris l'équation bilan de la réaction d'hydrolyse du glutathion et donne la formule semi-développée des trois acides α -aminés sachant que la glycine est le plus simple de tous les acides α -aminés et que la molécule de cystéine renferme un atome de soufre. Quelle est la particularité de l'acide glutamique ?

Exercice 15

1) L'alanine est un acide α -aminé de formule :



Donne le nom de l'alanine en nomenclature Officielle.

- 2) Une solution aqueuse d'alanine contient 3 espèces chimiques en équilibre, provenant de l'alanine.
- Ecris les formules semi-développées de chacune d'elles et précise le couple acide/base introduit.
 - Les pK_a de l'alanine sont $\text{pK}_{a1} = 2,3$ et $\text{pK}_{a2} = 9,9$.
Attribue ces valeurs aux couples acide/base de l'alanine. Justifie ta réponse.
 - Quelle est l'espèce prépondérante à $\text{pH} = 2$ et à $\text{pH} = 11$?
- 3) La condensation d'une molécule d'alanine et d'une molécule de glycine (acide 2-amino-éthanoïque) conduit à un dipeptide. Deux réactions sont possibles.
- Ecris l'équation de la condensation qui conduit au dipeptide dont le groupement carboxyle libre est celui de l'alanine.
 - Quel est le type particulier de liaison dans ce dipeptide ?

Exercice 16

- 1) On considère un acide α -aminé A de masse molaire $M = 89 \text{ g/mol}$.
- Détermine sa formule semi-développée et son nom.
 - Montre que A est chirale et dessine sa configuration D et L selon la représentation de Fischer.
 - Donne les trois espèces chimiques dérivées de A qui coexistent en solution dans l'eau.
On écrira les équations bilans des réactions correspondantes.
- 2) On élimine une molécule de dioxyde de carbone sur A, on obtient un composé B. Ecris l'équation bilan de la réaction et donne son nom ainsi que sa définition. Nomme le composé B obtenu.
- 3) L'action d'un composé C sur B, conduit au N-éthyl méthanamide et du chlorure d'hydrogène.
Donne la formule semi-développée et le nom de C. En déduis alors l'équation bilan de la réaction.
- 4) On fait agir sur C, un composé D de masse molaire $M = 74 \text{ g/mol}$, on obtient un corps E. Par ailleurs D est oxydé en milieu acide par un excès d'une solution de dichromate de potassium, en donnant un composé D'.
La solution aqueuse de D' jaunit le BBT.
- Détermine la formule brute de D et en déduis toutes les isomères possibles de D et donne leurs noms.
 - Donne la formule semi-développée et le nom, de D, D' et E, si le composé D est à chaîne ramifiée.
 - Ecris l'équation bilan de réaction de passage de D en D'.
 - Ecris l'équation bilan de la réaction donnant E. Donne le nom et les caractères de cette réaction.
 - Indique les noms des composés F et G qui peuvent réagir totalement avec D pour obtenir le même composé E.
Ecris les équations bilans des réactions correspondantes et donne leurs caractéristiques.
- 5) On réagit le composé E avec un excès de la soude.
Ecris l'équation bilan de la réaction. Donne le nom ainsi que deux caractéristiques importantes de cette réaction.

Exercice 17

On considère un acide aminé A.

- 1) Par décarboxylation A donne une amine B. B possède la composition centésimale massique suivante : $\%C = 61$ et $\%H = 15,25$.
- Trouve la formule brute de B et en déduis celle de A.
 - Ecris les formules semi-développées possibles de A et nomme les.
- 2) L'un des isomères de A, noté A_1 , est un acide α -aminé.
- Identifie A_1 .
 - Indique les trois espèces chimiques dérivées de A_1 qui coexistent en solution aqueuse.
 - En déduis les deux couples acide-base présents dans la solution.
- 3) Deux molécules de A_1 peuvent réagir et donner un dipeptide.
Ecris l'équation de la réaction et mettre en évidence la liaison peptidique dans le composé obtenu.
- 4) L'isomère A_2 non chirale de A, par chauffage subit une réaction de déshydrogénation et conduit à un composé C.
- Donne la formule de C.
 - Ecris l'équation bilan de cette réaction
 - Quel groupement fonctionnel possède-t-il ?

LE GLUCOSE (TSE_{XP})

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol⁻¹) : C : 12; H : 1; O : 16; Cu : 63,5 ; Ag : 108 et V_m = 24 L/mol.

Exercice 1

- 1) L'hydrolyse du sucre ordinaire, le saccharose conduit au glucose et au fructose.
 - a) Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - b) Donne les formules semi-développées du glucose et du fructose en indiquant les noms des fonctions chimiques portées par ces deux composés.
- 2) Pour déterminer le taux de sucre dans le sang d'une personne, on procède à un prélèvement de 100 cm³ de son sang. On fait attaquer le glucose contenu dans les 100 cm³ par un excès de liqueur de Fehling. Il se forme 0,4 g d'un précipité d'oxyde cuivreux Cu₂O.
 - a) Ecris l'équation bilan de la réaction qui se produit puis calcule la masse du glucose contenu dans le prélèvement sanguin.
 - b) Sachant que le taux normal de sucre dans le sang humain est 1 g/L, peut-on dire que cette personne ne souffre de diabète ?

Exercice 2

On prépare un litre de solution aqueuse en utilisant 100 g de glucose dans l'eau pure.

- 1) On chauffe 10 cm³ de cette solution en présence d'un excès de liqueur de Fehling.
Le précipité rouge obtenu est isolé par filtration, lavé, séché. Quelle est sa masse.
- 2) On fait réagir 10 cm³ de la solution de glucose sur un excès de nitrate d'argent ammoniacal.
- 3) Quelle masse maximale d'argent peut-on espérer obtenir ?

Exercice 3

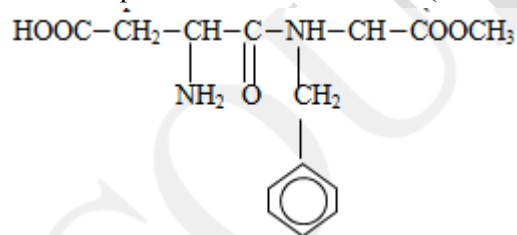
La fermentation alcoolique du glucose donne 1,21L de gaz carbonique, volume mesuré dans les conditions normales.

- 1) Quelle est la masse de glucose contenue dans la solution ?
- 2) Quelle est la masse d'argent déposé par action de ce glucose sur excès de nitrate d'argent ammoniacal ?

Exercice 4

Le saccharose est le sucre d'usage courant issu de la betterave ou de canne à sucre. Son hydrolyse conduit à deux molécules en C₆ de formule C_xH_{2x}O₆ de masse molaire moléculaire 180 g/mol.

- 1) a) En déduis la formule brute des deux isomères (glucose et fructose) et celle du saccharose.
b) Ecris l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse.
c) Donne les noms et les formules développées des fonctions portées par le glucose et le fructose.
- 2) L'hydrogénation du glucose permet d'obtenir un composé organique le sorbitol ou hexan- 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexol
a) Donne l'équation-bilan de cette réaction en utilisant les formules semi-développées.
b) On rappelle que les glucides sont des polyols à fonction carbonylée c'est-à-dire contenant la fonction C = O.
Indique si le sorbitol peut être classé parmi les glucides. Justifie votre réponse.
L'aspartame est un faux sucre (sucre diabétique) de formule semi-développée :



À quelle famille appartient ce composé?

Exercice 5

La préparation de l'éthanol peut se faire en deux étapes à partir de la canne à sucre :

Première étape : hydrolyse du saccharose en fructose et glucose.

Deuxième étape : le glucose obtenu subit ensuite une fermentation alcoolique.

La canne à sucre contient en masse 60% de saccharose.

- 1) Ecris les équations bilan des réactions pour chaque étape.
- 2) Quelle masse d'éthanol peut-on obtenir à partir de 50 kg de canne ?
- 3) Quel est le volume de gaz carbonique formé dans les CNTP. V₀ = 22,4 L/mol.

Exercice 6

Un échantillon d'urine dont le volume est 100 cm^3 est traité par un excès de liqueur de Fehling. On obtient un précipité qui lavé séché a une masse de $0,144 \text{ g}$.

Calcule la concentration de glucose exprimée en mol/L et en g/L de l'urine traité. $M(\text{Cu}) = 64 \text{ g/mol}$.

Exercice 7

Le glucose subit dans certaines conditions, une fermentation dite alcoolique

- 1) a) Ecris l'équation bilan de la réaction.
b) Un hectolitre de mout (raisin écrasé) pouvant donner un hectolitre de vin renfermant environ 10 kg de sucre convertible en glucose. Quel volume de CO_2 s'échappe lors de la fermentation complète d'un hectolitre de mout ? Quel est le degré d'alcool du vin obtenu ? On rappelle qu'un liquide alcoolisé à n° renferme $n \text{ cm}^3$ d'éthanol pur par 100 cm^3 et l'on donne : la masse volumique de l'éthanol est $0,79 \text{ g/cm}^3$.
- 2) Dans d'autres circonstances, le glucose subit une fermentation dite lactique (yaourt). $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. Sachant que l'acide lactique obtenu est un composé bifonctionnel acide-alcool, indique ses deux isomères A et B. L'un d'eux admet des énantiomères, lequel ? Représente ces énantiomères.

Exercice 8

La fermentation alcoolique d'un sirop à 300 g/L de glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, s'arrête lorsque le degré alcoolique du mélange atteint 16° .

- 1) Ecris l'équation bilan de cette fermentation qui correspond à la décomposition du glucose en éthanol et dioxyde de carbone.
- 2) On considère la fermentation d'un litre de sirop de glucose et on négligera la variation de volume du mélange pendant la fermentation. Détermine le volume, puis la masse et enfin la quantité d'éthanol formé lorsque la fermentation cesse.
- 3) Quelle quantité de glucose a été transformé ? Combien en reste-t-il ?
Donnée : Masse volumique de l'éthanol $\rho = 0,79 \text{ kg/L}$.
(On appelle degré alcoolique d'une solution, le volume en cm^3 d'éthanol pur présent dans 100 cm^3 de cette solution).

Exercice 9

On appelle « ose » un groupe de molécules organiques appartenant à la famille des glucides appelés aussi « hydrates de carbone » car elle est de formule brute $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$

Partie 1 : Le plus simple des oses est le 2,3-hydroxypropanal (ou glycéraldéhyde)

- 1) Donne sa formule semi développée.
- 2) Cette molécule est-elle chirale ? Pourquoi ?
- 3) Si oui, représente les deux énantiomères de cette molécule.

Partie 2 : Le nom officiel du sucre utilisé en cuisine est le saccharose. Le saccharose s'hydrolyse en milieu acide en fructose et en glucose. Les formules de ces deux oses sont :

Fructose : $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$

Glucose : $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHO}$

- 1) Donne les formules brutes de ces deux oses.
- 2) Sachant que l'hydrolyse du saccharose (A) peut s'écrire :
$$\text{A} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{B} + \text{C}$$

Saccharoseglucose fructose

- a) Donne la formule brute de saccharose.
- b) Les molécules de glucose et fructose possèdent-elles des carbones asymétriques ? Lesquels ?
- c) Reconnaitre les différentes fonctions présentes dans chacune de ces molécules.
- 3) On effectue un test à la liqueur de Fehling avec le glucose et le fructose.
 - a) Dis pour chaque ose si le test est positif ou négatif. Justifie
 - b) Ecris l'équation bilan de la réaction produite.

- 4) On numérote les atomes de carbone de la molécule de glucose de la façon suivante :

$\text{HOCH}_2-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHO}$

(6) (5) (4) (3) (2) (1)

En utilisant la représentation de Newman, représente la molécule de glucose vue par un observateur placé le long de l'axe C_2-C_3 , dans sa conformation la plus stable.

Quelle est la différence entre conformation et configuration ?

LES POLYMÈRES SYNTHÉTIQUES

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol^{-1}) : C : 12; H : 1; O : 16; N : 14; Na : 23; Cl : 35,5 et $V_m = 24 \text{ L/mol}$.

Exercice 1

On veut déterminer la formule d'un polymère contenant du carbone, de l'hydrogène et du chlore. Soit $R - \text{CH} = \text{CHCl}$ la formule générale du monomère de masse $62,5 \text{ g/mol}$ (où R peut être un radical alkyle ou un atome d'hydrogène)

- 1) Détermine la formule du monomère et donne son nom.
- 2) Quel est le degré de polymérisation sachant que la masse du polymère obtenu vaut 75000 g/mol ?
- 3) Ecris l'équation de polymérisation et donne le nom du polymère.

Exercice 2

- 1) Un polymère de degré de polymérisation moyen de 1200 présente une masse molaire moyenne d'environ 75000 g/mol . Sachant que sa combustion dégage du chlorure d'hydrogène, identifie le monomère correspondant à ce polymère.
- 2) Ecris l'équation bilan de la réaction de polymérisation et nomme le polymère et le monomère correspondant.
- 3) Donne une méthode d'obtention du monomère.

Exercice 3

Un polymère est constitué de carbone et d'hydrogène. Sa masse molaire moléculaire est égale 84 kg/mol et son indice de polymérisation est 3000.

- 1) a) Quelle est la formule du motif ? Nomme le polymère.
b) Donne la formule développée du monomère et nomme-le.
c) Écris la réaction de polymérisation de ce composé et cite quelques applications pratiques du polymère.
- 2) Donne la formule semi-développée, la nature et le nom du composé obtenu lors de l'hydratation de ce monomère.

Exercice 4

Un polymère usuel contenant uniquement du carbone et de l'hydrogène, présente un degré de polymérisation de 1600. Sa masse molaire moyenne est de 166000 g/mol environ.

- 1) Quelle peut être la formule du monomère correspondant ?
- 2) Ecris l'équation bilan de la réaction de polymérisation. Nomme le polymère et précise le motif.

Exercice 5

Les meubles de jardin sont souvent constitués d'un polymère de polyaddition contenant $85,7\%$ en masse de carbone. Les macromolécules de ce polymère ont une masse molaire moyenne de 126000 g/mol pour un degré de polymérisation $n = 3000$.

- 1) Détermine la composition massique et la masse molaire du monomère de ce plastique.
- 2) En déduis la formule brute, puis la formule semi-développée de ce monomère.
- 3) Ecris l'équation-bilan de la polyaddition et propose un nom pour ce polymère.

Exercice 6

Un polymère ne contenant que les éléments carbone et hydrogène a pour masse molaire moyenne $46,2 \text{ kg/mol}$. Son degré de polymérisation est 1100. En déduis :

- 1) La masse molaire du monomère.
- 2) la formule développée et le nom du monomère, sachant que c'est alcène.
- 3) Le motif du polymère ainsi que son nom.

Exercice 7

On réalise par polyaddition, un polymère A qui contient en masse $73,2\%$ de chlore, $24,8\%$ de carbone et $2,0\%$ d'hydrogène. La masse molaire moyenne de A vaut 12100 g/mol et son degré de polymérisation est $n = 1250$.

- 1) a) Quelle est la composition en masse du monomère ?
b) Détermine sa masse molaire et sa formule brute.
- 2) Détermine les formules semi-développées possibles du monomère.

Exercice 8

Un polymère a pour masse molaire moyenne 87500 g/mol et pour degré de polymérisation 1400. Son analyse montre qu'il contient $56,8\%$ de chlore et $38,4\%$ de carbone, le reste étant de l'hydrogène.

- 1) Détermine la formule brute et le nom du monomère.
- 2) Donne le nom et la formule du polymère.

Exercice 9

Le ricin, arbuste tropical, fournit une huile à partir de laquelle on peut fabriquer le composé : $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_{10} - \text{COOH}$. Ce composé réagit sur lui-même pour donner un polymère.

- 1) Donne le nom du composé dans la nomenclature officielle.
- 2) Ecris l'équation bilan de la réaction de polymérisation et donne son motif.
- 3) Donne la formule et le nom du polymère.
- 4) La réaction est-elle une polyaddition ou polycondensation ? Justifie ta réponse.

Exercice 10

1) Les polymères synthétiques sont utilisés dans les domaines aussi variés que dans la construction automobile, l'électricité, le bâtiment, l'industrie textile, la menuiserie, la plomberie sanitaire. Le kevlar est un polymère dont la résistance mécanique est cinq fois supérieure à celle de l'acier et dix fois supérieure à celle de l'aluminium. On l'utilise pour la fabrication de pneus à carcasse radiale, des gilets pare-balles...

Il peut être synthétisé industriellement à partir de l'acide para phthalique ou acide benzène-1,4 dioïque (A) et de la benzène-1,4 diamine (B).

- a) Donne les formules semi-développées de (A) et (B).
 - b) Ecris l'équation de la réaction de (A) sur (B) donnant (C).
 - c) En déduis l'équation de la réaction de polymérisation entre (A) et (B).
- 2) La masse molaire d'une chaîne de kevlar étant $11,9 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, donne la formule du polymère.

Exercice 11

Un polymère a pour masse molaire moyenne 105.000 g/mol , son degré de polymérisation moyen est de 2500. Par combustion, il ne donne que de l'eau et du dioxyde de carbone ; son analyse montre qu'il contient 14,3% d'hydrogène.

- 1) Donne la formule et le nom du monomère.
- 2) Représente l'enchaînement des trois motifs élémentaires du polymère.

Exercice 12

Un polymère est constitué uniquement de carbone, d'hydrogène et de chlore. Sa masse molaire vaut environ 125 kg/mol et le nombre moyen de motif par molécule est 2000.

- 1) En déduis la formule du motif et identifie le polymère.
- 2) Ecris la formule semi-développée du monomère et le nomme.

Exercice 13

Le degré de polymérisation moyen d'un échantillon de polystyrène vaut 6000.

- 1) Quelle est la masse molaire de ce polymère ?
- 2) Ecris la réaction de polymérisation du polystyrène et précise le motif.

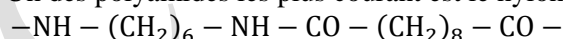
Exercice 14

La combustion complète de $0,53 \text{ g}$ d'une substance X constituée de carbone, d'hydrogène et d'azote a donné $1,33 \text{ g}$ de dioxyde de carbone et $0,27 \text{ g}$ d'eau. Sa densité de vapeur est 1,83.

- 1) Détermine sa formule brute.
- 2) X est un acrylonitrile, ce qui signifie que sa molécule contient le groupe $-\text{C} \equiv \text{N}$. Donne sa formule semi-développée.
- 3) Ecris l'équation de polymérisation et précise la formule du polymère correspondant.
- 4) Calcule le degré de polymérisation sachant que la masse molaire du polymère est $2,65 \text{ kg/mol}$.

Exercice 15

1) Un des polyamides les plus courant est le nylon 6,10 ; dont le motif est le suivant :



Indique les corps qu'il faut faire réagir pour obtenir ce polymère. Donne leur nom systématique.

- 2) La masse molaire moyenne de ce polymère est de 300 kg/mol . Calcule son degré moyen de polymérisation.

Exercice 16

Une substance organique A de formule $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}$, contient en masse 67,92% de carbone et 5,67% d'hydrogène.

- 1) Trouve sa formule brute.
- 2) Quelle est sa formule semi-développée sachant que sa molécule contient le groupe nitrile $-\text{C} \equiv \text{N}$.
- 3) Par polymérisation, A donne un composé organique B de masse molaire $2,65 \text{ kg/mol}$.
 - a) Ecris l'équation bilan de la polymérisation.
 - b) Détermine l'indice de polymérisation.

LES CINÉTIQUES CHIMIQUES

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol^{-1}) : C : 12; H : 1; O : 16; N : 14; Na : 23; Cl : 35,5 et $V_m = 24 \text{ L/mol}$.

Exercice 1

Soit la réaction de saponification : $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

On introduit 0,2 mol d'acétate d'éthyle et 0,2 mol de soude dans 1 L d'eau. Au bout de 5 min on constate que 30% d'acétate d'éthyle sont transformés.

1) Calcule :

a) La constante de vitesse sachant que la réaction est du 2^{ème} ordre.

b) La vitesse de la réaction au temps $t = 5 \text{ mn}$.

2) Détermine la composition du mélange 10 min après le début de l'expérience.

Exercice 2

La composition du penta oxyde N_2O_5 dans le tétrachlorure de carbone est une réaction du premier ordre.

Pour une concentration initiale de $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ et à $t = 225 \text{ s}$ sa concentration est de $1,35 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ de N_2O_5 .

1) Calcule la constante de vitesse de cette réaction.

2) Définis le temps de demi-réaction et le calcule dans ce cas. A quelle date 80% du réactif aura-t-il disparu ?

Exercice 3

La durée pendant laquelle on obtient 50% de la concentration initiale de $0,01 \text{ mol/L}$ des réactifs vaut 11mn33s et ne dépend pas de la concentration.

1) Détermine l'ordre de la réaction.

2) Que vaut la constante de vitesse ?

3) A quelle date 90% des réactifs ont disparu ?

Exercice 4

Considérons la saponification de l'acétate de méthyle.

1) Ecris équation-bilan de la réaction et nomme les produits obtenus.

2) On part d'une solution contenant 10^{-2} mol/L d'acétate de méthyle. Au bout de 40mn, 50% de l'acétate sont saponifiés. Calcule la constante de vitesse. On considère la réaction d'ordre 2.

3) Combien de temps a-t-il fallu pour que 1/100 de l'ester soit saponifié ?

4) Combien de temps faudra-t-il pour qu'il ne reste plus que 1/100 de l'ester non saponifié.

Exercice 5

La décomposition de l'oxyde de méthyle : $(\text{CH}_3)_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{CO}$.

C'est une réaction du 1^{er} d'ordre. La constante de vitesse est $k = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ à 500°C .

On introduit rapidement de l'oxyde dans une ampoule vide portée à 500°C . La pression initiale est $P_0 = 310 \text{ atm}$.

1) Calcule la pression à $t = 400 \text{ s}$.

2) Calcule le temps de demi-réaction.

3) Au bout de combien de temps 40% du produit initial se décompose ?

Exercice 6

On considère l'équation d'une réaction d'ordre 2 : $A + B \rightarrow C + D$.

On part d'un mélange équilibre de A et B à $t = 0$: $[A]_0 = [B]_0 = C_0$.

1) Etablis la loi de variation de la concentration du réactif A.

2) A l'instant $t_1 = 20 \text{ mn}$, la concentration est $C_1 = 9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et l'instant $t_2 = 30 \text{ mn}$, la concentration est $C_2 = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

a) En déduis la constante de vitesse.

b) Calcule la concentration initiale C_0 .

c) Quel est le temps de demi-réaction ?

d) Calcule la vitesse d'apparition de C à l'instant $t_2 = 30 \text{ mn}$.

Exercice 7

Soit la réaction d'ordre 2 de la réaction suivante : $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow C + D$.

Les réactifs sont équimolaires à $C_0 \text{ mol/L}$.

1) Fais l'équation bilan puis définis cette réaction.

2) Etablis puis calcule le temps de demi-réaction ; $C_0 = 0,02 \text{ mol/L}$ si la constante de vitesse est $k = 5,6 \text{ mol}^{-1}\text{L.mn}^{-1}$.

- 3) Calcule le temps au bout duquel 20% de l'ester ne sont pas consommés.
- 4) Calcule la concentration de l'alcool formé au bout de 5 mn.

Exercice 8

On mélange à la date $t = 0$ une mole d'éthanol et une mole d'acide éthanóïque. On détermine la quantité d'ester formé à la date t . Elle est de la forme $n = \frac{0,67t}{t+17}$ avec n en mole et t en heure.

- 1) Quelle est la vitesse de formation de l'ester entre les dates $t = 0$ et $t = 50h$?
- 2) Quelle est la vitesse de formation de l'ester pour $t = 20h$?
- 3) On recommence l'expérience à $t = 0$ avec $0,01 \text{ mol/L}$ d'alcool et $0,01 \text{ mol/L}$ d'acide, les quantités d'ester formé en fonction du temps sont :

t(seconde)	0	180	240	300	360
[Ester] en mol/L	0	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$3,17 \cdot 10^{-3}$	$3,66 \cdot 10^{-3}$	$4,11 \cdot 10^{-3}$

- a) Montre à partir du tableau que la réaction est d'ordre global 2.
- b) Calcule la constante de vitesse à 25°C ainsi que le temps de demi réaction et la vitesse à cet instant.

Exercice 9

Lorsqu'une personne boit une boisson alcoolisée, l'éthanol arrivé dans l'estomac passe peu à peu dans le sang.

- 1) Des expériences menées sur le phénomène d'absorption ont donné les résultats suivants, C désignant la concentration en éthanol du liquide contenu dans l'estomac.

t (min)	0	2	4	6	10	20
C (mol/L)	2	1,45	1	0,72	0,36	0,05

- a) Définis puis détermine la vitesse moyenne de disparition de l'alcool dans l'estomac entre les dates 6 minutes et 10 minutes. Précise l'unité choisie.
- b) On suppose que dans l'intervalle de temps considéré, cette vitesse est sensiblement constante. À quelle date, à partir de l'instant de consommation choisi comme origine des temps, la concentration de l'alcool dans l'estomac est-elle égale à $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$?
- 2) 20 minutes après que la personne a avalé la boisson, la majeure partie de l'alcool est passée dans le sang. La concentration du sang en l'alcool est alors $C = 0,025 \text{ mol.L}^{-1}$. Sachant que la législation fixe un seuil légal de $0,50 \text{ g.L}^{-1}$ pour les automobilistes, la personne est-elle autorisée à conduire ?

Exercice 10

On étudie la cinétique de la réaction de saponification de l'éthanoate d'éthyle.

L'équation de la réaction est : $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Des expériences faites avec des concentrations molaire initiales $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 = [\text{OH}^-]_0 = C_0$, ont données les temps de demi – réactions $t_{1/2}$ indiqués dans le tableau suivant :

$C_0 (\text{mol.L}^{-1})$	10^{-2}	$2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$
$t_{1/2} (\text{mn})$	17.8	8.9	4.45	2.22

- 1) Montre que la réaction est d'ordre 2 et détermine la constante de vitesse.
- 2) On part des conditions $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 = [\text{OH}^-]_0 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Calcule le temps qu'il faut pour que 80% de l'acétate soit transformé.

Exercice 11

Lors de l'étude de la réaction : $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

A 15°C on a obtenu les résultats suivants (les concentrations initiales de $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ et NaOH étant de $0,05 \text{ mol/L}$).

Temps (min)	2	3	4	8	10
% de $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ restant	67,1	58,3	52,2	31,4	29,7

- 1) Montre que la réaction est d'ordre 2.
- 2) Evalue la constante de vitesse.
- 3) Evalue le temps de demi-réaction.

Exercice 12

L'hémipentoxyde d'azote N_2O_5 se dissocie suivant l'équation : $N_2O_5 \rightarrow 2NO_2 + \frac{1}{2}O_2$. La réaction est d'ordre 1.

1) A $105^\circ C$ on constate qu'au bout de 4mn, $\frac{3}{4}$ de la quantité initiale de N_2O_5 a été décomposée.

Calcule le temps de demi-réaction à cette température.

2) A $95^\circ C$ le temps de demi-réaction est 5mn. Calcule le temps au bout duquel $\frac{3}{4}$ de la quantité initiale sera décomposée.

3) A une température quelconque, on fait les mesures suivantes :

t en seconde	0	4450
$[N_2O_5]$ en mol/L	3.10^{-2}	$2,7.10^{-2}$

a) Calcule la constante de vitesse et le temps de demi-réaction à cette température.

b) Que devient le temps de demi-réaction si l'on doublait la concentration initiale ?

c) Calcule la vitesse de la réaction à $t = 0$ et à $t = 50h$.

d) Détermine la date à laquelle la concentration devient $2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Exercice 13

On réalise l'estérification de l'acide formique (méthanoïque) par l'éthanol à une température constante de $50^\circ C$ en mélangeant au temps $t = 0$ une mole d'acide formique et une mole d'éthanol dans un solvant ; le volume de la solution étant de 200 cm^3 .

On réalise à intervalle de temps régulier des prélèvements, de volumes négligeables grâce auxquels on dose le nombre de moles n d'acide restant dans le mélange. Les résultats sont portés dans le tableau suivant :

t (mn)	0	10	20	30	40	50	60	80	100	120
n(mol)	1	0,89	0,69	0,60	0,54	0,49	0,44	0,39	0,37	0,36

1) Ecris l'équation de la réaction d'estérification correspondante et précise ses caractéristiques.

2) Trace sur une feuille de papier millimétré le graphique représentant la variation de la concentration molaire de l'ester formé en fonction du temps. Echelles: 1cm pour 0,1 mol ; 1cm pour 10 mn.

3) Détermine, à l'aide de ce graphique, la vitesse moyenne d'estérification pendant les 15 premières minutes et la vitesse à l'instant $t = 30$ minutes.

4) Détermine d'après le graphique une valeur approchée de la limite de cette estérification.

Comment pourrait-on augmenter la vitesse de la réaction sans modifier la valeur de la limite ?

Exercice 14

On étudie la réaction d'estérification de l'acide éthanoïque par un mono alcool saturé R-OH.

1) Écris l'équation bilan de la réaction

2) Le mélange initial renferme 1 mole d'acide et 1 mole d'alcool. La quantité d'acide n restant à la date t , déterminée par dosage est donnée dans le tableau ci-dessous.

t (h)	0	1	2	3	4	5	6	7
n (mol)	1	0,57	0,42	0,37	0,34	0,33	0,33	0,33

a) Indique le principe, d'une méthode expérimentale permettant de déterminer la quantité de matière d'acide restant.

b) Reproduis et complète la dernière ligne du tableau dans lequel n_E représente la quantité d'ester formé et justifie la formule $n_E = 1 - n$.

c) Trace sur un papier millimétrique la courbe représentant en fonction du temps, la quantité d'ester formé.

d) Définis la vitesse instantanée de formation de l'ester à une date t donnée.

e) Détermine graphiquement cette vitesse aux dates $t_1 = 1h$ et $t_2 = 3h$.

3) A l'aide de la courbe, détermine la quantité maximale d'ester qui peut être formé.

La masse molaire moléculaire de l'ester formé est 102 g.mol^{-1}

a) Détermine la formule brute de l'ester et celle de l'alcool R-OH

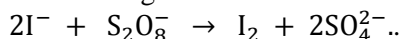
b) Donne les formules développées possibles de l'alcool et de l'ester

c) On supposera que le volume total V de la solution ne varie pas au cours de la transformation chimique.

On donne $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; Échelle: 4cm pour 1h, et 2cm pour 0,1 mol

Exercice 15

En faisant réagir les ions iodures I^- sur les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ on obtient du diiode selon l'équation bilan :



Pour étudier l'évolution de cette réaction, on procède de la façon suivante :

A l'instant $t = 0$, on mélange 0,5L d'une solution d'iodure de potassium KI de concentration molaire égale à $4.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et 0,50L d'une solution de peroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration molaire égale à $2.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Dans ce mélange, maintenu à 25°C , sous agitation permanente, on effectue des prélèvements réguliers afin de déterminer par dosage la concentration molaire du diiode formé à des dates t .

On obtient le tableau suivant :

t(min)	0	2,5	5	10	15	20	25	30
$[I_2] (10^2. \text{ mol/L})$	0	0,95	1,70	2,95	3,85	4,57	5,15	5,60

- 1) Représente les variations de $[I_2]$ en fonction du temps. Prendre pour échelle : 1cm pour 1min et 1cm pour $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- 2) Calcule les concentrations molaires en ions iodure et peroxodisulfate du mélange initial et déterminer le temps de demi-réaction.
- 3) Quelle est la vitesse de disparition des ions iodures à cette même date ?

Exercice 16

Le peroxyde d'hydrogène connu sous le nom d'eau oxygénée, se décompose naturellement, lentement, en eau et dioxygène suivant l'équation bilan : $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$. Cette réaction peut être catalysée par l'ion Fe^{3+} . On étudie la décomposition catalytique de 6.10^{-4} mole d'eau oxygénée dissoute dans 100 mL de solution. A la date $t = 0$ min, on y verse 20 mL d'une solution de chlorure de fer III puis on détermine toutes les 5 minutes le volume de dioxygène formé. La réaction se passe dans les conditions où le volume molaire vaut 24L.

On obtient les résultats du tableau suivant :

t(min)	0	5	10	15	20
$V(O_2) (L)$	0	$1,68.10^{-3}$	$2,76.10^{-3}$	$3,72.10^{-3}$	$4,44.10^{-3}$

- 1) a) Quelle est la nature de la catalyse dans cette réaction ?
b) Détermine les concentrations molaires d'eau oxygénée aux divers instants indiqués.
2. a) Trace la courbe C donnant la variation de la concentration de l'eau oxygénée en fonction du temps.
b) Détermine, en précisant l'unité, les vitesses de disparition de l'eau oxygénée entre les instants $t = 5\text{min}$ et $t = 10\text{min}$ puis à l'instant $t = 5\text{min}$. Que deviendrait cette vitesse si le temps était exprimé en secondes ?

Exercice 17

Dans un solvant approprié, on mélange à la date $t = 0$ min, 50.10^{-3} mol d'éthanoate d'éthyle noté A et 50.10^{-3} mol d'hydroxyde de sodium noté B. On obtient les résultats suivants :

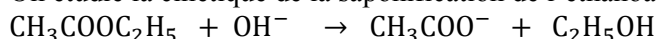
t(min)	4	9	15	24	37	53	83	143	143
$n(B) 10^{-3}. (\text{mol})$	44	39	34	28	23	19	14	9	9

$n(B)$: quantité d'hydroxyde de sodium.

- 1) Ecris l'équation de la réaction.
- 2) $n(A)$ étant la quantité de A présentes dans le milieu à l'instant t , trouve une relation entre $n(A)$ et $n(B)$.
- 3) Trace la courbe $n(A) = f(t)$ avec les échelles : 1cm pour 20 min ; 1cm pour 4.10^{-3} mol .
- 4) À partir du graphique, détermine :
 - a) la composition quantitative (en moles) du milieu réactionnel à la date $t = 20$ min.
 - b) l'instant $t_{1/2}$ correspondant à la disparition de la moitié du composé A.

Exercice 18

On étudie la cinétique de la saponification de l'éthanoate d'éthyle selon la réaction :



A la date $t = 0$, la concentration de chacun des réactifs est $C_0 = 5.10^{-2} \text{ mol/L}$. La solution est maintenue à 30°C et les prélèvements de 10mL (volume négligeable devant le volume total de la réaction) sont effectués de temps en temps en vue d'en doser la concentration des ions OH^- . On obtient le tableau suivant :

t(mn)	4	9	15	24	37	53	83	143
[OH ⁻] mol/L	0,044	0,039	0,034	0,028	0,023	0,0185	0,0136	0,009

- 1) Montre que la réaction est d'ordre 2. En déduis la constante de vitesse et le temps de demi réaction.
- 2) Trace le graphe donnant $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}] = f(t)$ et calcule la vitesse de formation de l'éthanol aux instant $t_1 = 0$ et $t_2 = 15\text{mn}$. Comment varie cette vitesse au cours du temps ?

Exercice 19

Le chlorure de sulfuryle se décompose en phase gazeuse à 320°C suivant la réaction : $\text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{Cl}_2$. Afin d'étudier cette réaction, on introduit à la date $t=0$, une certaine quantité de chlorure de sulfuryle dans un récipient de volume constant maintenu à 320°C. La mesure de la pression P dans le récipient permet de suivre l'évolution de la réaction. On obtient, aux divers instants t, les valeurs suivantes :

t(s)	0	100	210	250	350	380	450
P(bar)	0,51	0,63	0,73	0,75	0,80	0,82	0,85

- 1) Trouve, en utilisant la loi des gaz parfaits, une relation entre la pression initiale P_0 et la concentration molaire initiale C_0 ; en déduis la valeur de C_0 .
- 2) Soit α le coefficient de dissociation du chlorure de sulfuryle SO_2Cl_2 .
 - a) Exprime en fonction de C_0 et α , les concentrations molaires des différents corps purs.
 - b) Exprime P en fonction de P_0 et de α . En déduis l'expression de α .
- 3) Détermine pour chacun des instants qui figurent dans le tableau, les concentrations molaires en SO_2 .
- 4) Trace la courbe donnant les concentrations en SO_2 en fonction du temps et détermine graphiquement la vitesse initiale de formation de SO_2 .
Echelles : 2cm pour 100s ; 1cm pour $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
Données : 1bar = 10^5 Pa ; Constante des gaz parfait : $R=8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

Exercice 20

L'éthanal se décompose, en phase gazeuse suivant : $\text{CH}_3 - \text{CHO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$

On introduit de l'éthanal à la date $t=0$, dans une enceinte de volume invariable, préalablement vidée, portée à la température $\theta = 477^\circ\text{C}$, sous une pression initiale $P = 2,83.10^4 \text{ Pa}$. La mesure de la pression dans l'enceinte permet d'évaluer la concentration molaire du méthane formé en fonction du temps. Les résultats sont les suivants :

t(min)	0	4	8,6	13,8	19,7	26,5	33,9
$[\text{CH}_4](10^{-4} \text{ mol/L})$	0	2,2	4,5	6,9	9,1	11,4	13,6

- 1) Calcule la concentration molaire initiale en admettant que l'éthanol gazeux vérifie la loi des gaz parfaits : $PV = n RT$.
- 2) Trace la courbe représentant la concentration molaire $[\text{CH}_4]$ en fonction du temps.
Echelles : 1cm \rightarrow 5mn ; 1cm \rightarrow 2.10^{-4} mol/L .
- 3) Détermine :
 - a) La vitesse moyenne de formation du méthane entre les instants $t_1 = 4\text{min}$ et $t_2 = 13,8\text{min}$.
 - b) La vitesse instantanée de formation du méthane à la date $t = 13,8\text{min}$.
- 4) Au bout de combien de temps 1/5 de l'éthanal initial a-t-il été disparu ?
On donne $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}/\text{mol}$.

Exercice 21

On mélange à l'instant initial une mole d'éthanol et une mole d'acide éthanöïque dans un litre d'eau.

- 1) a) Vérifie que cette réaction est d'ordre 2 en te servant des résultats expérimentaux consignés dans le tableau suivant :

Temps (min)	0	25	50	100	150	200
[Ester] (mol/L)	0	0,20	0,33	0,50	0,60	0,67

- b) Calcule le temps de demi-réaction
- 2) Au-delà de $t = 200 \text{ min}$, le mélange réactionnel n'évolue plus
 - a) Définis l'état particulier du milieu réactionnel à $t = 200 \text{ min}$
 - b) Donne les facteurs d'équilibre de cette réaction.
 - c) Calcule la constante d'équilibre K_C .
 - d) Dans quel sens l'équilibre se déplace-t-il lorsqu'on augmente la concentration de l'acide ?

Exercice 22

Le saccharose est un disaccharide qui s'hydrolyse en milieu acide pour donner deux monosaccharides : le glucose et le fructose : $C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$
Saccharose glucose fructose

La concentration initiale de saccharose (sucre) est $0,53 \text{ mol.L}^{-1}$. A 35°C , on ajoute une solution de HCl, La réaction est du premier ordre et la constante de vitesse vaut $0,004 \text{ min}^{-1}$.

- 1) Détermine la concentration de saccharose et de fructose au bout de 60 min de réaction.
- 2) Quel est le temps de demi-réaction à 35°C ?
- 3) A quelle date 30% de réactif disparaît ?
- 4) Supposons que nous ayons à calculer le temps nécessaire pour que le réactif soit entièrement consommé par la réaction.
- 5) Calcule dans ce cas le temps nécessaire. Conclue ?

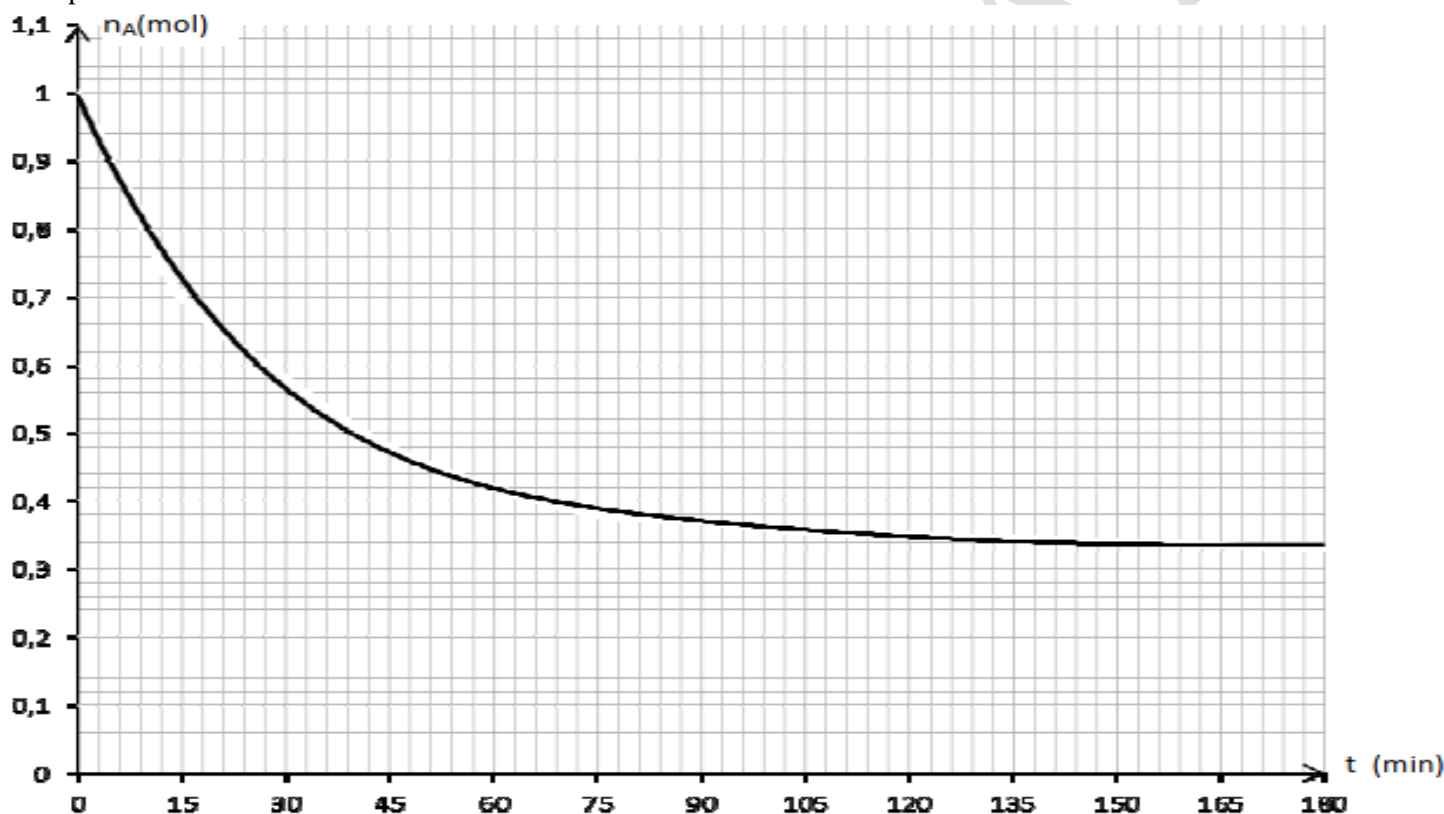
Exercice 23

Dans cette partie, l'équation-bilan de la réaction chimique est écrite sous la forme : $A + B \rightleftharpoons D + H_2O$ où D est le butanoate de méthyle.

A la date $t_0 = 0$ on réalise un mélange équimolaire des réactifs A et B : $n_0(A) = n_0(B) = 1 \text{ mol}$.

Des mesures ont permis de déterminer les quantités de matière d'acide carboxylique présent dans le mélange réactionnel au cours de la synthèse et de tracer la courbe $n(A) = f(t)$ (voir courbe ci-dessous).

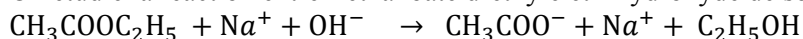
Par exploitation de cette courbe :



- 1) Retrouve la date t_1 à laquelle la quantité d'acide carboxylique $n(A)$ présent dans le milieu, représente 42 % de la quantité initiale $n_0(A)$ de A.
- 2) Déduis, à cette date t_1 la quantité de matière de butanoate de méthyle formé.
- 3) Calcule la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique entre le début de la réaction et la date t_1 .
- 4) Détermine la vitesse instantanée de disparition de l'acide carboxylique à la date $t = 45 \text{ min}$.
- 5) Détermine sans faire de calcul, la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique A entre les dates $t_2 = 165 \text{ min}$ et $t_3 = 180 \text{ min}$. Interprète cette valeur.

Exercice 24

On étudie la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'hydroxyde de sodium:



1) A la date $t = 0$ on introduit 0,01 mole d'hydroxyde de sodium et 0,01 mole d'éthanoate d'éthyle dans de l'eau; le mélange, de volume $V_1 = 1 \text{ L}$, est maintenu à température constante.

À différentes dates t , on prélève des échantillons de faible volume dans lesquels on dose l'hydroxyde de sodium restant par

une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration connue.

On en déduit la concentration de l'éthanol C_2H_5OH dans le mélange aux différentes dates t .

Les résultats sont les suivants :

t (min)	0	10	30	50	100	150	200	340
$[C_2H_5OH]$ (mol.L ⁻¹)	0	$2,0 \times 10^{-3}$	$4,30 \times 10^{-3}$	$5,55 \times 10^{-3}$	$7,15 \times 10^{-3}$	$7,96 \times 10^{-3}$	$8,35 \times 10^{-3}$	$8,95 \times 10^{-3}$

- Trace sur un papier millimétré la courbe représentant la concentration $[C_2H_5OH]$ en fonction du temps.
Échelles : 1 cm pour 20 min et 1 cm pour $0,5 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹.
 - Définis la vitesse moyenne de formation de l'éthanol entre deux temps t_1 et t_2 .
 - Calcule la vitesse moyenne de formation de l'éthanol entre $t_1 = 30$ min et $t_2 = 50$ min.
- Définis la vitesse de formation de l'éthanol à la date t .
 - En utilisant la courbe, détermine cette vitesse à $t = 100$ min.

Exercice 25

On se propose d'étudier la réaction de saponification d'un ester, l'éthanoate d'éthyle. A la date $t = 0$, on mélange un $V_1 = 0,50$ L d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1 = 2 \cdot 10^{-2}$ mol/L avec un volume $V_2 = 0,50$ L d'une solution d'éthanoate d'éthyle de concentration $C_2 = 2 \cdot 10^{-2}$ mol/L.

- Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme les produits obtenus.
- Par dosage acido-basique, on détermine la concentration de l'hydroxyde de sodium restant à la date t .
 - Montre qu'on peut en déduire la concentration molaire de l'éthanol $[CH_3 - CH_2OH]$ à la même date.
 - Calcule la concentration d'éthanol à la date $t = 25$ min, sachant que la concentration molaire des ions OH^- est de $0,62 \cdot 10^{-2}$ mol/L.
- En dosant de temps en temps les ions hydroxyde restant dans la solution, on obtient ce tableau.

t (min)	10	20	30	40	50	60	80	100
$[OH^-]$ (10^{-2} mol/L)	0,8	0,67	0,57	0,50	0,44	0,40	0,33	0,29
$[CH_3 - CH_2OH]$								

- Complète le tableau ci-dessus en calculant les concentrations molaires de l'éthanol.
 - Trace la courbe de variation de la concentration d'éthanol en fonction du temps.
Echelle : 1 cm pour 10 min ; 1 cm pour 10^{-2} mol/L.
 - A quelle date la vitesse de formation de l'éthanol est-elle la plus grande ?
 - A quelle date la concentration molaire de l'éthanol sera-t-elle de $0,53 \cdot 10^{-2}$ mol/L ?
- Calcule la vitesse moyenne de l'éthanol entre les dates $t_1 = 20$ min et $t_2 = 45$ min.
 - Définis la vitesse instantanée d'apparition de l'éthanol. Détermine sa valeur aux dates $t_3 = 10$ min et $t_4 = 60$ min.
Comment varie la vitesse au cours du temps ? Justifie cette évolution.

Exercice 26

On étudie la réaction d'estérification entre l'acide éthanóïque et l'éthanol. A l'instant initial on mélange 1 mole d'acide éthanóïque et 1 mole d'éthanol.

- Ecris l'équation bilan de la réaction.
- On dose à température constante, l'acide restant dans le milieu réactionnel d'heure en heure.

On obtient les résultats suivants :

T (h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N_A (mol)	1	0,61	0,45	0,39	0,36	0,35	0,34	0,33	0,33
N_E (mol)									

N_A et N_E désignent respectivement les nombres de mole d'acide restant et d'ester formé à chaque instant.

- Calcule les valeurs de N_E aux différentes dates et compléter le tableau.
 - Trace la courbe N_E en fonction du temps. Echelle : 1cm pour 0,1 mol ; 1cm pour 1 heure
 - Que peut-on dire de la composition du milieu réactionnel au-delà de la date $t = 7$ heures.
Quelle est la nature de cet état ? Justifier ?
- En utilisant la courbe $N_E = f(t)$:
 - Détermine à quel instant la moitié de l'éthanol a été consommé ?
 - Calcule, la vitesse moyenne de formation de l'ester entre $t_1 = 2$ h et $t_2 = 4$ h.
 - Détermine la pente de la tangente à la courbe à la date $t = 3$ h. Quelle est la signification physique de cette grandeur ?
 - Comment évolue la vitesse de formation de l'ester au cours du temps ? Comment peut-on accélérer cette réaction ?

LES MÉCANISMES RÉACTIONNELS

Exercice 1

Donne les différentes phases des réactions suivantes :

- 1) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
- 2) $\text{C}_7\text{H}_{16} + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{C}_7\text{H}_{15}\text{Br} + \text{HBr}$
- 3) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
- 4) $\text{CH}_3\text{CHO} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$
- 5) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$
- 6) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$
- 7) $\text{CH}_4 + \text{I}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{I} + \text{HI}$

Exercice 2

La formation du mono chlorobenzène par substitution du chlore sur le benzène est une réaction en chaîne dont le mécanisme peut être représenté par la suite des équations chimiques.

- a) $\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Cl}^\circ$
- b) $2\text{Cl}^\circ \longrightarrow \text{Cl}_2$
- c) $\text{C}_6\text{H}_5^\circ + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{Cl}^\circ$
- d) $2\text{C}_6\text{H}_5^\circ \longrightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{10}$
- e) $\text{C}_6\text{H}_5^\circ + \text{Cl}^\circ \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
- f) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}^\circ \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5^\circ + \text{HCl}$

- 1) Comment provoque-t-on la réaction a) ?
- 2) Indique un ordre possible des différentes phases de cette réaction et distinguer les différentes étapes.
- 3) Ecris l'équation-bilan de la réaction.

Exercice 3

Dans un certain domaine de température et de pression, la décomposition de l'éthanal 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 :

- a) $\text{CH}_3\text{CHO} \longrightarrow \text{CH}_3^\circ + \text{CHO}^\circ$
- b) $\text{CH}_3^\circ + \text{CH}_3\text{CHO} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CO}^\circ + \text{CH}_4$
- c) $\text{CH}_3\text{CO}^\circ \longrightarrow \text{CH}_3^\circ + \text{CO}$
- d) $\text{CHO}^\circ + \text{CH}_3\text{CHO} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CO}^\circ + \text{CO} + \text{H}_2$
- e) $\text{CH}_3^\circ + \text{CH}_3^\circ \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6$

- 1) Explique ce qui distingue une réaction simple d'une réaction complexe.
- 2) a) Quels sont les radicaux qui interviennent dans le mécanisme ci-dessus ?
b) Distingue les différentes phases du mécanisme réactionnel.
- 3) L'étape (a) peut être de nature photochimique. Sachant que l'énergie nécessaire à cette étape est de $318\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, montre que cette réaction ne peut avoir lieu que si le flux lumineux irradiant l'éthanol contient des longueurs d'onde $\lambda \leq \lambda_{\text{max}}$, λ_{max} étant une valeur que l'on calculera.
On donne : $N_a = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, Célérité de la lumière : $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Exercice 4

Réaction du dibromo sur l'heptane.

- 1) Ecris l'équation bilan de la réaction de mono substitution.
- 2) Combien de mono bromo heptane différentes peut-on obtenir ? Précise le nom et la formule de chacun d'eux.
- 3) le mécanisme proposé est le suivant :
a) $\text{C}_7\text{H}_{15}^\circ + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{C}_7\text{H}_{15}\text{Br} + \text{Br}^\circ$
b) $\text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{Br}^\circ$
c) $\text{Br}^\circ + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{Br}_2$
d) $\text{C}_7\text{H}_{16} + \text{Br}^\circ \longrightarrow \text{C}_7\text{H}_{15}^\circ + \text{HBr}$

Indique un ordre possible des différentes phases de cette réaction et distinguer les différentes étapes.

- 4) Quelle est la longueur d'onde maximale des réactions à utiliser pour initier la réaction sachant que l'énergie de liaison de la molécule de dibrome est de 193KJ/mol .

Exercice 5

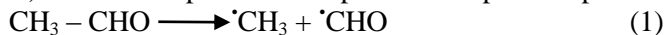
A) L'éthanal se décompose, en phase gazeuse, en donnant du méthane et du monoxyde de carbone CO.

Une expérience, faite à température et à volume constants, a donné les résultats :

Temps (t)	0	20	40	60
[éthanal] mol/L	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$

- 1) Ecris l'équation bilan de la réaction.
- 2) Détermine la concentration du monoxyde de carbone [CO], apparu aux différents instants du tableau ci-dessus.
A l'instant $t = 0$, le mélange réactionnel ne contient que de l'éthanal.
- 3) Trace la courbe de $[CO] = f(t)$.
- 4) Définis la vitesse instantanée de formation de CO à l'instant t . Détermine graphiquement sa valeur à l'instant initial.
- 5) Comment cette vitesse varie-t-elle au cours du temps ? Donne une explication simple de ce phénomène.

B) La réaction précédente a pu être interprétée à partir du mécanisme suivant :

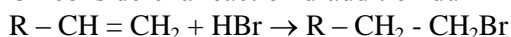


- 1) quels sont les centres actifs qui interviennent dans le mécanisme ci-dessus ?
- 2) L'étape (1) peut être de nature photochimique. Sachant que l'énergie nécessaire à cette étape est de 318KJ/mol.
Calcule la longueur d'onde minimal λ qui doit être présente dans le flux lumineux irradiant l'éthanal.
- 3) La proportion d'éthane dans le mélange en fin de réaction est très faible. Justifier cette observation.

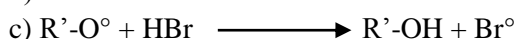
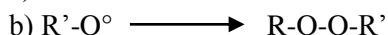
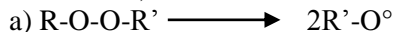
Exercice 6

La densité de vapeur par rapport à l'air d'un alcène A est $d \approx 1,93$.

On considère la réaction d'addition du HBr sur cet alcène en phase gazeuse. L'équation bilan est représentée par :



Le schéma réactionnel est le suivant : (le composé peroxyde $\text{R}' - \text{O} - \text{O} - \text{R}'$ étant ajouté en petite quantité dans le milieu réactionnel)



- 1) Précise quelles sont les phases d'initiation, de propagation et de rupture de la réaction.
- 2) Détermine la formule brute de l'alcène A ainsi que ses formules semi-développées.
 - a) Nomme ces isomères
 - b) Quel est le nom de A sachant que sa molécule est linéaire et donne par hydratation un corps B qui par action sur KMnO_4 en milieu acide donne un corps C qui agit sur le réactif de Tollens et la liqueur de Fehling.
Ecris l'équation bilan de la réaction d'oxydation de B. Quelle est la fonction chimique de C ?
- 3) On étudie la réaction d'estérification de B par l'acide éthanóïque CH_3COOH . Pour cela, dans 11 tubes on réalise à l'instant $t = 0$ un mélange contenant 0,05 mole de B et 0,05 mole d'acide et deux gouttes d'acide sulfurique concentré. On place immédiatement ces tubes dans un bain-marie maintenu à une température de 80°C . A diverses dates repérées, le contenu d'un tube est énergiquement refroidi dans un mélange (glace + chlorure de sodium) et on dose l'acide restant grâce à une solution de soude de concentration $C_B = 2 \text{ mol.L}^{-1}$.
 - a) Ecris l'équation bilan de la réaction d'estérification
 - b) On obtient le tableau de mesures suivant :

t (min)	2	5	8	12	16	20	25	30	40	50	60
V_B (cm ³)	20	15,5	13	11,10	10,2	9,6	9,1	8,9	8,6	8,5	8,5

Détermine à chaque instant le nombre de moles d'acide n'ayant pas réagi ; en déduis le nombre de moles n_E d'ester formées.

- a) Trace le graphe $n_E = f(t)$. En déduire la vitesse de formation de l'ester entre les instants $t_1 = 20\text{min}$ et $t_2 = 25\text{min}$, puis la vitesse de formation de l'ester à la date t_1 . Échelle : 1cm pour 5 min et 2,5cm pour 10^{-2} mol

LES ÉQUILIBRES CHIMIQUES

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol^{-1}) : C : 12; H : 1; O : 16; N : 14; Na : 23; Cl : 35,5 et $V_m = 24 \text{ L/mol}$.

Exercice 1

Calculer la variance des systèmes suivants :

- 1) $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$
- 2) $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$
- 3) $\text{Fe}_{(s)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons 4\text{H}_{2(g)} + \text{Fe}_3\text{O}_{4(s)}$ à 1100°C
- 4) $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$
- 5) $2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$
- 6) $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$

Exercice 2

Le pentachlorure de phosphore, se dissocie en phase gazeuse suivant l'équation bilan : $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

On introduit dans un récipient de 5 L, à 250°C , 2 moles de pentachlorure de phosphore

- 1) Calcule :
 - a) La constante d'équilibre relative aux concentrations K_C sachant que le coefficient de dissociation est $\alpha = 0,40$.
 - b) En déduis K_P .
- 2) Exprime K_P en fonction de α et de la pression totale P.
- 3) Calcule la pression totale.

Exercice 3

Soit la réaction de dissociation réversible du monoxyde de carbone à 900°C : $2\text{CO} \xrightleftharpoons[2]{1} \text{CO}_2 + \text{C}$

Exothermique dans le sens (1)

- 1) a) Indique l'influence d'une variation de température sur ce système.
- b) Comment une variation de pression agit-elle sur lui ?
- 2) a) Calcule la variance de ce système dans le cas général.
- b) Etablis les expressions des constantes d'équilibre relatives aux concentrations molaires et aux pressions partielles pour ce système et donne la relation existant entre ces deux constantes.

Exercice 4

Soit la réaction suivante en milieu homogène liquide : $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons \text{C}$

A l'équilibre, pour une température donnée, on a 0,2 mole de A; 0,4 mole de B et 2 moles de C.

- 1) Calcule la constante d'équilibre K_C relative à cet équilibre sachant que la réaction a lieu dans un récipient de volume V.
- 2) Calcule la valeur de K_C pour $V = 5$ litres ; donne sa dimension.

Exercice 5

On considère la dissociation de l'acide iodhydrique : $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{H}_2$

Sachant qu'on est parti de 2 moles de HI et qu'à l'équilibre 25% de l'acide se sont dissociés, on demande :

- 1) La composition du mélange à l'équilibre
- 2) Calcule K_C et K_P .
- 3) a) Que se passe-t-il si on introduit dans le mélange 2 moles d'hydrogène ?
- b) Quel est alors le degré de dissociation de l'acide ?

Exercice 6

On considère la réaction entre l'eau et le monoxyde de carbone à la température de 413°K . Il se forme alors dans les conditions de l'expérience, du dioxyde de carbone et du dihydrogène.

A l'équilibre on trouve 0,2 mole de monoxyde de carbone, 0,7 mole de dihydrogène, 0,3 mole d'eau et 0,86 mole de dioxyde de carbone.

- 1) Ecris l'équation bilan de la réaction. Indique la température en degré Celsius et déduis les différentes phases présentes dans la réaction.
- 2) On ajoute 0,5 mole d'eau au système en équilibre.
Quel serait le nombre de moles de dihydrogène après rétablissement de l'équilibre ?

Exercice 7

On effectue la synthèse de l'ammoniac : $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

On introduit à l'instant $t = 0\text{s}$, à 600°C et sous la pression de 200 atmosphères, une mole de diazote et 3 moles de dihydrogène.

A l'équilibre il s'est formé 0,24 mole de NH_3 .

- 1) Calcule la variance du système à l'équilibre.
- 2) Calcule les pressions partielles à l'équilibre.
- 3) En déduis la pression totale à l'équilibre et la valeur de la constante d'équilibre K_p .

Exercice 8

Le dioxyde d'azote et son dimère sont en équilibre selon l'équation-bilan : $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

Sous une pression de 1 atm et à 54°C, la densité par rapport à l'air du mélange à l'équilibre est 2,34.

- 1) Calcule les pressions partielles des deux constituants.
- 2) Calcule K_p .
- 3) Quelle serait la composition du mélange à la même température sous 10 atm ?

Exercice 9

Pour réaliser la synthèse de l'ammoniac selon la réaction : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

On chauffe à 400°C un mélange formé de 28g de diazote et 6g de dihydrogène. A l'équilibre, il reste 13,44g de diazote ; la pression totale est 300 atm.

- 1) Détermine la pression partielle de chacun des gaz à l'équilibre.
- 2) Calcule la constante d'équilibre relative aux pressions partielles K_p .
- 3) Dans l'intervalle de température $298K \leq T \leq 400K$, la constante K_p varie avec la température absolue suivant la loi :
 $\ln K_p = -23,83 + \frac{1,11 \cdot 10^4}{T}$. Calcule K_p à la température de 127°C.

Exercice 10

L'acétate d'isoamyle est un ester dont la saveur et l'odeur sont celles de la banane. Il est utilisé pour aromatiser certains sirops. On peut le préparer par action de l'acide acétique (acide éthanóïque) de masse volumique $1,05 \cdot 10^3$ g/L sur le 3-méthylbutan-1-ol de masse volumique $0,81 \cdot 10^3$ g/L.

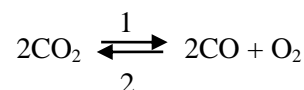
- 1) Écris l'équation bilan de la réaction et donner le nom officiel de l'acétate d'isoamyle.
- 2) On mélange à l'instant initial 57,2 mL d'acide et 109 mL d'alcool.
 - a) Calcule les nombres de moles d'alcool et d'acide à cet instant.
 - b) Sachant qu'à l'équilibre $\frac{2}{3}$ du nombre initial de moles d'acide ont réagi, détermine la composition du mélange.
 - c) Que vaut la constante d'équilibre de cette réaction ?
- 3) On verse dans le mélange précédent 57,2 mL d'acide.
 - a) Dans quel sens se déplace l'équilibre ?
 - b) En déduis la quantité de matière d'acétate d'isoamyle formé.

Exercice 11

- 1) La réduction du dioxyde de carbone par le carbone solide donne du monoxyde de carbone gazeux.
 - a) Ecris le bilan de la réaction et dire quel est cet équilibre.
 - b) Détermine la variance de ce système.
 - c) Exprime littéralement en fonction des concentrations molaires convenables la constante d'équilibre K_C .
- 2) On observe à 727°C dans un récipient de 100 L l'équilibre entre le carbone solide 1,55 moles de dioxyde de carbone et 1,90 moles de monoxyde de carbone.
 - a) Quelle quantité de dioxyde de carbone y avait-il au début de la réaction ?
 - b) Calcule numériquement K_C à cette température.
- 3) On considère la réaction suivante à 300°C : $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$
 Sachant qu'à cette température $K_p = 11,5$ atm, introduit dans un récipient maintenu à 300°C une quantité de PCl_5 , de pression partielle $P_{PCl_5} = 10$ atm avant que PCl_5 n'ait commencé à se dissocier.
 - a) Quelles sont les valeurs de P_{Cl_2} , P_{PCl_3} , P_{PCl_5} lorsque l'équilibre est établi à 300°C ?
 - b) Une fois l'équilibre atteint, on suppose que le volume réactionnel soit multiplié par 10.
 Quelles sont les nouvelles valeurs de P_{Cl_2} , P_{PCl_3} , P_{PCl_5} après rétablissement de l'équilibre ?

Exercice 12

Dans un récipient à volume v maintenu à la température $T = 2500$ K est introduite, une quantité n_0 moles de dioxyde de carbone. Il s'établit l'équilibre suivant (tous les corps sont gazeux).



- 1) Dans quel sens l'équilibre évolue :
 - a) Lors d'une diminution de pression.

- b) Lorsqu'on augmente la concentration du dioxygène.
- 2) Calcule la variance du système.
- 3) Sachant que 15% de la quantité initiale de dioxyde de carbone est dissociée à l'équilibre où la pression du mélange est $P = 1 \text{ atm}$. Détermine :
- La composition du mélange en fonction de n_0 et de α coefficient de dissociation.
 - La constante d'équilibre relative aux pressions partielles K_C et calcule sa valeur.
- 4) Etablis une relation entre K_P et la constante d'équilibre K_C relative aux concentrations molaires.
- 5) Calcule n_0 .
- On donne : $v = 1 \text{ L}$; $R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Exercice 13

On fait réagir 1 mole d'acide acétique avec 1 mole d'alcool isopropylique (ou propan-2-ol). L'équilibre est atteint lorsqu'il s'est formé 0,6 mole d'ester.

- Ecris l'équation bilan de la réaction et nommer les produits formés.
- Quelle est constante d'équilibre K_C de cette réaction ?
- Si, à ce mélange à l'équilibre, on ajoute 1 mole d'ester, dans quel sens doit évoluer le système ?
- Quelle sera ensuite la composition du nouveau mélange à l'équilibre ?

Exercice 14

- Partant d'un mélange équimolaire d'acide éthanoïque et d'éthanol, on constate qu'à l'équilibre, $\frac{2}{3}$ du nombre initial (n_0) de moles d'éthanol ont réagi. Ecris la réaction d'estérification et calcule la constante d'équilibre K_C .
- au cours d'une 2^e expérience, on introduit dans un thermostat, réglé à la même température que précédemment, un mélange contenant 60g d'acide éthanoïque, 23g d'éthanol, 36g d'eau et x g d'ester. Quel doit être la valeur de x pour que le système n'évolue pas, sur le plan chimique ?
- Dans le mélange précédent, toujours à la même température, on ajoute 60g d'acide éthanoïque.
 - Dans quel sens est déplacé l'équilibre ?
 - Quelle est la composition molaire à l'équilibre ?

Exercice 15

Lors de la réaction : $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \xrightleftharpoons[2]{1} \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{Q}$

effectuée dans un récipient indéformable de volume 10 L à 417°C ; on a trouvé dans à l'équilibre : 0,20 mol de CO; 0,30 mol de H₂O; 0,70 mol de H₂ et 0,80 mol de CO₂. La réaction est exothermique dans le sens 1.

- Dans quel sens évolue l'équilibre lors:
 - d'une diminution de la pression.
 - d'une augmentation de la température.
- Calcule la variance de ce système.
 - Détermine la constante d'équilibre K_C
- On ajoute 0,5 mol d'eau au système en équilibre
 - Dans quel sens est déplacé l'équilibre ?
 - Quelle est la nouvelle valeur du nombre de mole de H₂ après le rétablissement de l'équilibre ?

Exercice 16

Soit la réaction $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ en phase gazeuse.

A 27° C et sous une pression totale de 1 bar, il y a en présence, à l'équilibre 0,80 moles de N₂O₄ et 0,4 moles de NO₂.

- Quelles sont les pressions partielles de N₂O₄ et de NO₂ à l'équilibre ?
- Quel doit être le volume total du récipient ?
- Quelles sont les concentrations molaires de N₂O₄ et de NO₂ à l'équilibre ?
- Quelles sont les valeurs des constantes d'équilibre K_C et K_P pour cette réaction à 27° C ?

Exercice 17

Soit l'équilibre en phase gazeuse $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$

- Calcule la variance de ce système. Quel facteur de l'équilibre peut-on choisir pour déterminer l'équilibre de ce système ?
- Exprime en fonction de la pression totale et du degré de dissociation, la constante d'équilibre relative aux pressions partielles.
- Sachant qu'à 27°C, sous une pression $P = 1 \text{ atm}$, $K_P = 0,27$. Calcule le degré de dissociation α .
- Etablis pour ce système, la relation entre K_P et K_C puis calcule K_C à 27°C.
- Sous quelle pression aurait-on un degré de dissociation de 0,6 ?

Exercice 18

La constante d'équilibre de la réaction : $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ a pour valeur 0,63 à 986°C.

On place dans un récipient 3 moles de CO, la pression initiale étant de 2 atm.

- 1) Quelle est la pression totale à l'équilibre ?
- 2) Combien de mole de dihydrogène sont présentes à l'équilibre ?
- 3) Quelles sont les pressions partielles des constituants à l'équilibre ?

Exercice 19

Soit l'équilibre : $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

Sous une pression totale de 1atm à 250°C, 0,3mole de PCl_5 ; 0,7mole de PCl_3 et 0,2mole de Cl_2 sont en équilibre.

- 1) Calcule la constante d'équilibre relative aux pressions partielles.
- 2) En maintenant la pression égale à 1atm, on introduit 1mole de dichlore.
 - a) Dans quel sens évolue l'équilibre ?
 - b) Quelle sera la composition du mélange dans le nouvel équilibre ?

Exercice 20

On introduit 17,6g de dioxyde de carbone et 3,2g de dihydrogène dans un vase clos de 2L, à la température de 850°C.

L'équation bilan de la réaction est la suivante : $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

- 1) La constante d'équilibre relative aux concentrations est $K_C = 1$.

Détermine la concentration molaire des différentes espèces chimiques.
- 2) Quelle est la variance de ce système sachant qu'à cette température toutes les substances sont à l'état gazeux ?
- 3) Quelle serait la concentration molaire du monoxyde de carbone si on avait introduit 66g de CO_2 au lieu de 17,6g.

Exercice 21

On considère l'équilibre homogène gazeux suivant : $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

- 1) Exprime K_P en fonction du coefficient de dissociation de PCl_5 et de la pression totale P régnant à l'équilibre.
- 2) Sachant qu'à une certaine température 50% de PCl_5 sont dissociés sous une pression de 1 atm.

Calcule K_P à cette température.

Exercice 22

soit l'équation : $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \xrightleftharpoons[2]{1} \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{Q}$ où tous les corps sont gazeux.

- 1) Comment évolue l'équilibre précédent lors :
 - a) D'une diminution de pression.
 - b) D'une diminution de température sachant que la réaction est exothermique dans le sens 1.
- 2) Calcule la variance de ce système dans le cas général.
- 3) Sachant qu'à 750°C, le mélange gazeux renferme 8,4 g de monoxyde de carbone; 1,62 g d'eau; 21,12 g de dioxyde de carbone et 0,26 g de dihydrogène, calcule la constante d'équilibre K_C relative aux concentrations à cette température.

Exercice 23

On considère la dissociation de l'acide iodhydrique : $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{H}_2$

On introduit dans un récipient vide de volume 6L, maintenu à 627°C, 2 moles d'acide iodhydrique. A l'équilibre on constate que la somme des pressions partielles du diiode et du dihydrogène est égale à 6,15 atm.

- 1) Détermine la pression totale à l'équilibre et le coefficient de dissociation de l'acide iodhydrique.
- 2) Calcule la constante d'équilibre K_P .

$R = 0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Exercice 24

La réduction du dioxyde de carbone gazeux par le carbone solide pour donner du monoxyde de carbone gazeux est un équilibre hétérogène.

- 1) Qu'est-ce qu'un équilibre hétérogène ?
- 2) Ecris l'équation de la réaction.
- 3) Exprime littéralement en fonction des concentrations molaires convenables, la constante K_C de cet équilibre.
- 4) On observe à 727°C dans un récipient de 100L, l'équilibre entre le carbone solide, 1,55moles de dioxyde et 1,90moles de monoxyde de carbone.
 - a) Quelle quantité de dioxyde y avait-il au début de la réaction ?
 - b) Calcule numériquement K_C à 727°C.

LES SOLUTIONS AQUEUSES

Données : Masses molaires atomiques (en g.mol^{-1}) : C : 12; H : 1; O : 16; N : 14; Na : 23; Cl : 35,5 et $V_m = 24 \text{ L/mol}$.
K : 39 ; Ca : 40 ; $K_e = 10^{-14}$ à 25°C .

Exercice 1

Complète le tableau suivant concernant des solutions aqueuses à 25°C .

Solutions	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol/L)	$[\text{OH}^-]$ (mol/L)	pH	Nature de solution
S_1		4.10^{-12}		
S_2	$1,25.10^{-10}$			
S_3			5,7	
S_4			11,4	
S_5	$2,5.10^{-6}$			
S_6		$2,8.10^{-11}$		

Exercice 2

- 1) Calcule la masse molaire du chlorure de sodium (NaCl).
- 2) Ecris l'équation-bilan de dissociation de NaCl dans l'eau.
- 3) Calcule dans un litre d'eau salée à $0,1 \text{ mol/L}$, la masse de sel.
- 4) Quelle est la concentration de cette solution en ions chlorure et sodium ? Justifie.

Exercice 3

Les insuffisances rénales sont dues à une carence en ions potassium K^+ .

Un médicament est proposé en ampoules buvables de 10 mL contenant 1 g de chlorure de potassium KCl .

- 1) Calcule la concentration massique du chlorure de potassium dans la solution.
- 2) En déduis sa concentration molaire.

Exercice 4

À 37°C le produit ionique de l'eau est égal à $2,4.10^{-14}$. Le pH du sang chez l'être humain est égal $7,38$ à cette température. Le sang est-il acide, neutre ou basique ?

Exercice 5

On dissout 2 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) dans 5 L d'eau distillée.

- 1) Calcule la concentration massique de la solution obtenue.
- 2) Calcule la concentration molaire de la solution obtenue.
- 3) Quelle masse d'hydroxyde de sodium faut-il dissoudre dans l'eau distillée pour obtenir $1,5 \text{ L}$ de solution de concentration molaire $C = 0,04 \text{ mol/L}$.

Exercice 6

- 1) Un sirop de menthe contient 200 g de glucides pour 2 L .
 - a) Calcule la concentration massique de glucides contenu dans le sirop.
 - b) En déduis sa concentration molaire. On donne : $M = 180 \text{ g/mol}$.
- 2) On verse 20 mL de sirop dans un verre puis on ajoute 180 mL d'eau.
 - a) Calcule le volume de liquide contenu dans le verre.
 - b) En déduis le taux de dilution du sirop.
 - c) Calcule la masse de glucide contenue dans le verre.

Exercice 7

Dans une fiole jaugée de 250 mL , on met :

- 25 mL de solution de NaCl à $0,8 \text{ mol/L}$;
- 50 mL de solution de CaBr_2 à $0,5 \text{ mol/L}$;
- 3.10^{-2} mol de chlorure de calcium ;
- $10,3 \text{ g}$ de bromure de sodium solide.

On complète à 250 mL avec de l'eau distillée.

- 1) Détermine la quantité de matière (en mol) et la concentration (en mol.L^{-1}) de chaque ion.
- 2) Vérifie que la solution est électriquement neutre.

On admettra qu'il ne se produit aucune réaction entre les différents ions présents.

Exercice 8

On dissout une masse $m = 0,2$ g d'hydroxyde de sodium dans un volume $V = 200 \text{ cm}^3$ d'eau pure.

- 1) Ecris l'équation bilan de la dissolution.
- 2) Calcule la concentration de la solution obtenue.
- 3) Calcule le pH de la solution.
- 4) Quel volume d'eau faut-il ajouter à $v_1 = 20 \text{ mL}$ de la solution précédente pour obtenir une solution à $\text{pH} = 11$?

Exercice 9

Une solution d'hydroxyde de potassium à $C = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ a un $\text{pH} = 10,7$.

- 1) Montre qu'il s'agit d'une base forte.
- 2) Ecris l'équation bilan de la dissolution de KOH dans l'eau
- 3) Calcule la concentration de toutes les espèces chimiques présentes.

Exercice 10

Une solution d'acide nitrique (HNO_3) a une valeur de $\text{pH} = 2,7$.

- 1) Ecris son équation d'ionisation dans l'eau.
- 2) Calcule la concentration molaire initiale en acide nitrique.
- 3) Calcule la concentration de toutes les espèces chimiques présentes.

Exercice 11

On dispose d'une solution aqueuse de CH_3COOH de molarité $C = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, son pH vaut 2,9.

- 1) Montre que CH_3COOH est acide faible.
- 2) Recense les espèces chimiques présentes en solution et détermine leur concentration.
- 3) En déduis la constante d'acidité K_a ainsi que le $\text{p}K_a$ du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$.
- 4) On considère l'acide méthanoïque caractérisé par le couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ ($\text{p}K_a = 3,8$).
Compare la force des deux acides HCOOH et CH_3COOH .

Exercice 12

Une solution d'éthanoate de sodium de concentration $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ a un $\text{pH} = 8,4$.

- 1) Montre que la solution d'éthanoate de sodium est une base faible.
- 2) Ecris les équations-bilans des réactions qui ont lieu.
- 3) Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes en solution.
- 4) Calcule la concentration molaire de chacune d'elle.
- 5) Calcule le pourcentage d'ions éthanoate ayant réagi avec l'eau et vérifie si le résultat est en accord avec la question 1).

Exercice 13

Une solution d'ammoniac de concentration $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ a un $\text{pH} = 10,6$.

- 1) Montre que la solution d'ammoniac est une base faible.
- 2) Ecris l'équation-bilan de sa réaction avec l'eau.
- 3) Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes en solution.
- 4) Calcule la concentration molaire de chacune d'elle.
- 5) Calcule le coefficient d'ionisation α de l'ammoniac dans l'eau et vérifie si le résultat est en accord avec la question 1).

Exercice 14

On dissout 0,1 mole d'acide méthanoïque dans un litre d'eau.

- 1) a) Donne sa formule semi développée
b) Écris l'équation de la réaction acido-basique intervenant entre l'acide méthanoïque et l'eau.
- 2) Le pH de la solution est 2,4 à 25°C
 - a) Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans la solution
 - b) Calcule le coefficient (degré) d'ionisation de l'acide méthanoïque et son $\text{p}K_a$.

Exercice 15

On veut préparer $V_1 = 250 \text{ cm}^3$ d'une solution S_1 d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ à partir d'une solution commerciale molaire de concentration $C_0 = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$

- 1) a) Quel volume V_0 de solution commerciale faut-il prélever ?
b) Quel sera le pH de S_1 ?
- 2) Pour contrôler la concentration de S_1 , on réalise le dosage de $V'_1 = 20,0 \text{ cm}^3$ de cette solution par une solution d'acide

chlorhydrique de concentration $C_2 = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ en présence de bleu de bromothymol.

Le virage au jaune est obtenu pour un volume d'acide versé $V_2 = 9,95 \text{ cm}^3$.

- Écris l'équation chimique de la réaction prépondérante au cours du dosage.
- Quelle valeur déduit-on de ce dosage pour C_1 ?
- Si l'on considère que le volume d'acide versé est déterminé à $0,05 \text{ cm}^3$ près, donne les valeurs limites de C_1 .

Exercice 16

On considère une solution aqueuse d'acide dichloroéthanique $\text{CHCl}_2 - \text{CO}_2\text{H}$ dite solution A, de concentration molaire égale à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

- Écris l'équation bilan de la réaction de cet acide avec l'eau.
 - Montre que cette réaction fait intervenir deux couples acide-base. Indique lesquels
 - Quelle est la formule de la base conjuguée de l'acide dichloroéthanique.
- Le pH de la solution A est 1,3.
 - Calcule les molarités ou concentrations molaires des espèces chimiques contenues dans la solution A.
 - En déduis :
 - La constante d'acidité K_A et le pK_A du couple acide-base auquel appartient l'acide dichloroéthanique.
 - Le coefficient α de dissociation de l'acide dans la solution A.

Exercice 17

A 25°C , on désire préparer une solution aqueuse S d'ammoniac de $\text{pH} = 11$ par dilution d'une solution S_1 vendue dans le commerce.

- Cite les espèces présentes dans la solution S et calcule leurs concentrations molaires.
La valeur numérique du pK_a du couple acide / base $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ est 9,2.
- Donne la concentration C_0 de la solution S.
- La solution du commerce S_1 a une masse volumique de 890 g/L et contient 34% en masse d'ammoniac pur.
 - Que vaut la concentration molaire en ammoniac de la solution S_1 ?
 - Quel volume de la solution S_1 faut-il utiliser pour obtenir un litre de la solution S précédemment étudiée ?

Exercice 18

On dispose de deux solutions aqueuses, l'une S_1 d'hydroxyde de potassium de concentration $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, l'autre S_2 d'acide nitrique de concentration $C_2 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- Quelle masse d'hydroxyde de potassium faut-il dissoudre pour préparer 500 cm^3 de solution S_1 ?
- Quel volume de solution S_1 , faut-il ajouter à $V_2 = 15 \text{ cm}^3$ de la solution S_2 pour obtenir l'équivalence ?
- On mélange $V_1 = 12 \text{ cm}^3$ de S_1 et $V_2 = 8 \text{ cm}^3$ de S_2 .
 - Écris l'équation de la réaction.
 - Quel sera le pH du mélange ?

Exercice 19

- Soit une amine A, de formule $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$
 - Donne le nom et la classe de cette amine.
 - Écris l'équation bilan de la réaction entre cette amine et l'iodure d'éthyle.
- Une solution aqueuse contenant $10,1 \text{ g/L}$ de l'amine A, a un $\text{pH} = 11,8$
 - Calcule la concentration molaire de cette solution.
 - Écris l'équation bilan de la réaction entre l'amine et l'eau.
 - Calcule les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution.
 - Calcule le pK_a du couple acide/base auquel appartient l'amine.

Exercice 19

On dispose d'une solution aqueuse S_1 d'éthylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$, de densité par rapport à l'eau $d = 0,92$ et contenant en masse 33 % d'éthylamine pure. A l'aide de cette solution, on prépare 500 mL de solution S_2 de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ dont on mesure le pH qui vaut 11,9.

- Quel volume V_1 de solution S_1 faut-il utiliser pour préparer 500 mL de solution S_2 ?
- Écris l'équation-bilan de la réaction de l'éthylamine avec l'eau.
- Détermine la concentration de toutes les espèces présentes dans la solution.

Exercice 20

On dispose d'une solution S centimolaire ($10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$) de chlorure d'ammonium de $\text{pH} = 5,6$ à 25°C . Le chlorure d'ammonium NH_4Cl est entièrement dissocié dans l'eau.

- 1) Montre que le chlorure d'ammonium NH_4Cl est un acide faible.
- 2) Précise les couples acide/base en équilibre dans cette solution.
- 3) Calcule les concentrations molaires des différentes espèces en solution.
- 4) Détermine le pK_a du couple ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$).

Exercice 21

- 1) Une solution aqueuse d'ammoniac de concentration molaire $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ a un $\text{pH} = 11,1$.
 - a) Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes dans cette solution.
 - b) Calcule leurs concentrations molaires.
- 2) Dans un volume $V_B = 50 \text{ mL}$ de cette solution d'ammoniac, on verse doucement $V_A \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$.
 - a) Ecris l'équation-bilan de la réaction
 - b) Calcule le volume V_A d'acide chlorhydrique à verser pour obtenir un mélange dont le pH est égale au pK_a du couple ion ammonium/ammoniac.
 - c) Donne les propriétés du mélange obtenu à la question b).
 - d) Calcule le volume V_{AE} à verser pour atteindre l'équivalence acido-basique.
 - e) A l'équivalence, le pH du mélange est inférieur à 7 ($\text{pH}_E < 7$). Justifie ce fait.

Exercice 22

- 1) Le pH d'une solution aqueuse d'un monoacide carboxylique saturé de concentration C_1 est égal à 2,4.

On dilue la solution jusqu'à ce que la concentration devienne $\frac{C_1}{10}$, le pH vaut 2,9. Montre que cet acide est faible.
- 2) La masse molaire de l'acide carboxylique saturé est 46 g.mol^{-1} .
 - a) Détermine la formule semi-développée de cet acide et donne son nom.
 - b) Détermine la formule semi-développée de la base conjuguée de cet acide son nom.
- 3) On mélange $V_1 = 20 \text{ cm}^3$ de la solution acide de concentration $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ avec $V_2 = 10 \text{ cm}^3$ d'une solution de concentration $C_2 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ obtenue en dissolvant le composé RCOONa dans l'eau. (RCOO^- étant la base conjuguée de l'acide considéré). Le pH du mélange est égal à 3,8.
 - a) Fais l'inventaire et calcule la concentration molaire volumique des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange.
 - b) Calcule le pK_a du couple $\text{RCOOH} / \text{RCOO}^-$.
 - c) Donne le nom et les propriétés de ce mélange.

Exercice 23

Sur l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique commercial, on lit les indications suivantes : masse volumique $a = 1,22 \text{ kg/dm}^3$; pureté en masse $p = 30\%$ et masse molaire $M = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 1) Calcule la concentration molaire C_o de la solution commerciale.
- 2) On prépare $V = 1\text{L}$ d'une solution S_1 de concentration $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ en ajoutant un volume V_o de cet acide à de l'eau distillée. Calcule V_o .
- 3) A un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ de S_1 , on ajoute $V_2 = 30 \text{ mL}$ d'une solution de carboxylate de sodium (RCOO^- , Na^+) de concentration $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. On obtient un mélange de $\text{pH} = 5,1$.
 - a) Calcule les concentrations des différentes espèces chimiques dans le mélange.
 - b) Calcule le pK_a du couple ($\text{RCOOH} / \text{RCOO}^-$).
 - c) Compare les forces des acides : acide carboxylique RCOOH et ion ammonium NH_4^+ .

Exercice 24

- 1) Quelle masse m d'acide benzoïque ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$) doit-on dissoudre dans de l'eau distillée pour obtenir $V = 200 \text{ cm}^3$ d'une solution de concentration égale à $c_1 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ en acide benzoïque ?
- 2) Le pH de cette solution étant de 2,6 ; calcule les concentrations des différentes espèces en solution.
- 3) L'acide benzoïque est-il un acide entièrement dissocié (acide fort) ou un acide faible ? Justifie ta réponse.
- 4) On prélève $V_1 = 10,0 \text{ cm}^3$ de cette solution et on lui ajoute $V_2 = 5,0 \text{ cm}^3$ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_2 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH du mélange obtenu est égal à 4,2. Calcule les concentrations des différentes espèces en solution.

Exercice 25

A 25°C deux solutions acides S_1 et S_2 ont la même concentration $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$. S_1 est une solution de HCl de $\text{pH} = 2$ et S_2 une solution d'acide méthanoïque de $\text{pH} = 2,9$

- 1) a) Ecris les équations bilans des réactions des acides avec l'eau.
b) Montre que l'une des solutions est une solution d'acide fort et l'autre une solution d'acide faible.
c) Calcule la concentration de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution d'acide faible.
- 2) a) Déduis la constante d'acidité K_a ainsi le $\text{p}K_a$ du couple mis en jeu
b) Sachant que le $\text{p}K_a$ du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ vaut 4,8 comparer la force de l'ion éthanoate avec l'ion méthanoate.

Exercice 26

Une solution (S) contient un mélange d'acide éthanoïque et d'éthanoate de sodium. Son volume total est $V = 20 \text{ mL}$. Les concentrations en ions éthanoate et en acide éthanoïque sont égales : $C = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{CH}_3\text{COOH}] = 10^{-1} \text{ mol/L}$. On ajoute un volume V_B de soude de concentration $C_B = 10^{-1} \text{ mol/L}$; $V_B = 2 \text{ mL}$

- 1) Quel est le pH de la solution initiale ? $\text{p}K_a$ du couple $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$
- 2) Calcule les quantités de matière des espèces majoritaires.
- 3) Quel est le pH de la solution finale ?
- 4) Conclus.

Exercice 27

On dispose d'une solution S_1 d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1 = 0,10 \text{ mol/L}$ et d'une solution S_2 de chlorure d'éthylammonium $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$ de concentration $C_2 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$. Le $\text{p}K_a$ du couple $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+/\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ est : 10,7

- 1) Quel le pH de la solution S_1 ?
- 2) Le pH de la solution S_2 est: 6,0. Des deux espèces du couple, quelle est celle qui est prédominante (majoritaire) ?
- 3) On mélange $V_1 = 75 \text{ cm}^3$ de S_1 avec $V_2 = 100 \text{ cm}^3$ de S_2 . La mesure du pH donne: 12,2.
 - a) Calcule la quantité d'ions OH^- qui reste après réaction.
 - b) Retrouve la valeur du pH de la solution obtenue.

Exercice 28

- 1) Une bouteille commerciale d'un litre de vinaigre à 6° contient 60g d'acide éthanoïque.

Le pH de ce vinaigre, mesuré à l'aide d'un pH -mètre vaut 2,3.

- a) Détermine la concentration molaire initiale en acide éthanoïque du vinaigre étudié.
- b) Ecris l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.
- c) Quelle est la concentration molaire finale en ions oxoniums dans le vinaigre ?
- 2) On introduit ensuite dans le vinaigre, sans variation de volume, une masse $m = 1,00 \text{ g}$ de benzoate de sodium solide ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{Na}$) jouant le rôle de conservateur.
 - a) Ecris l'équation de la réaction acido-basique susceptible de se produire.
 - b) Détermine la concentration molaire initiale en ions benzoate dans le vinaigre.

Exercice 29

On dispose de 5 flacons contenant des solutions aqueuses différentes, mais de même concentration $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$.

- l'acide éthanoïque
- l'acide chlorhydrique
- le chlorure de potassium
- l'hydroxyde de potassium
- l'ammoniac

Les étiquettes A, B, C, D et E de ces flacons ont été mélangées lors d'un rangement.

Les pH sont mesurés à 25°C.

Identification des solutions

Le pH de la solution de B est égal à 12. Le dosage de B par C donne un $\text{pH} = 7$ à l'équivalence.

- 1) Identifie B et C.
- 2) Au cours du dosage de D par B, le pH à l'équivalence est égal à 8,2. Identifie D.
- 3) Le pH de la solution A est égal à 7. Identifie A.
- 4) Déduis des questions précédentes, la nature de la solution E.

Détermination du $\text{p}K_a$ du couple ion ammonium/ammoniac

On désire déterminer le $\text{p}K_a$ du couple ion ammonium/ammoniac. Le pH de la solution d'ammoniac est 10,6.

- 1) Ecris l'équation-bilan de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.
- 2) Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution.
- 3) Calcule le $\text{p}K_a$ du couple ion ammonium/ammoniac.

Préparation de solution tampon

On veut préparer une solution tampon à partir de la solution d'ammoniac et de l'acide chlorhydrique.

- 1) Calcule le volume V_A d'acide chlorhydrique à ajouter à $V_B = 25 \text{ cm}^3$ de la solution d'ammoniac pour obtenir la solution tampon.
- 2) Cite les propriétés du mélange obtenu.

Exercice 30

Un groupe d'élèves de Terminale TSE désire préparer puis doser une solution d'acide éthanoïque.

I// Préparation de la solution d'acide éthanoïque

Le groupe d'élèves dispose d'une solution mère (S_1) d'acide éthanoïque de concentration $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$ et d'eau distillée. À partir de la solution mère, le groupe souhaite préparer un volume $V_2 = 100 \text{ mL}$ d'une solution (S_2) de cet acide de concentration $C_2 = 10^{-2} \text{ mol/L}$.

- 1) Vérifie que le volume de (S_1) à prélever $V_0 = 10 \text{ mL}$.
- 2) Le pH de la solution (S_2) est $\text{pH} = 3,4$.
 - a) Ecris l'équation-bilan de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.
 - b) Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes dans cette solution.
 - c) Détermine la concentration molaire volumique de chaque espèce chimique.
 - d) Calcule la constante d'acidité K_a du couple acide éthanoïque / ion éthanoate.
 - e) Vérifie que le $\text{p}K_a$ du couple est égal à 4,8.

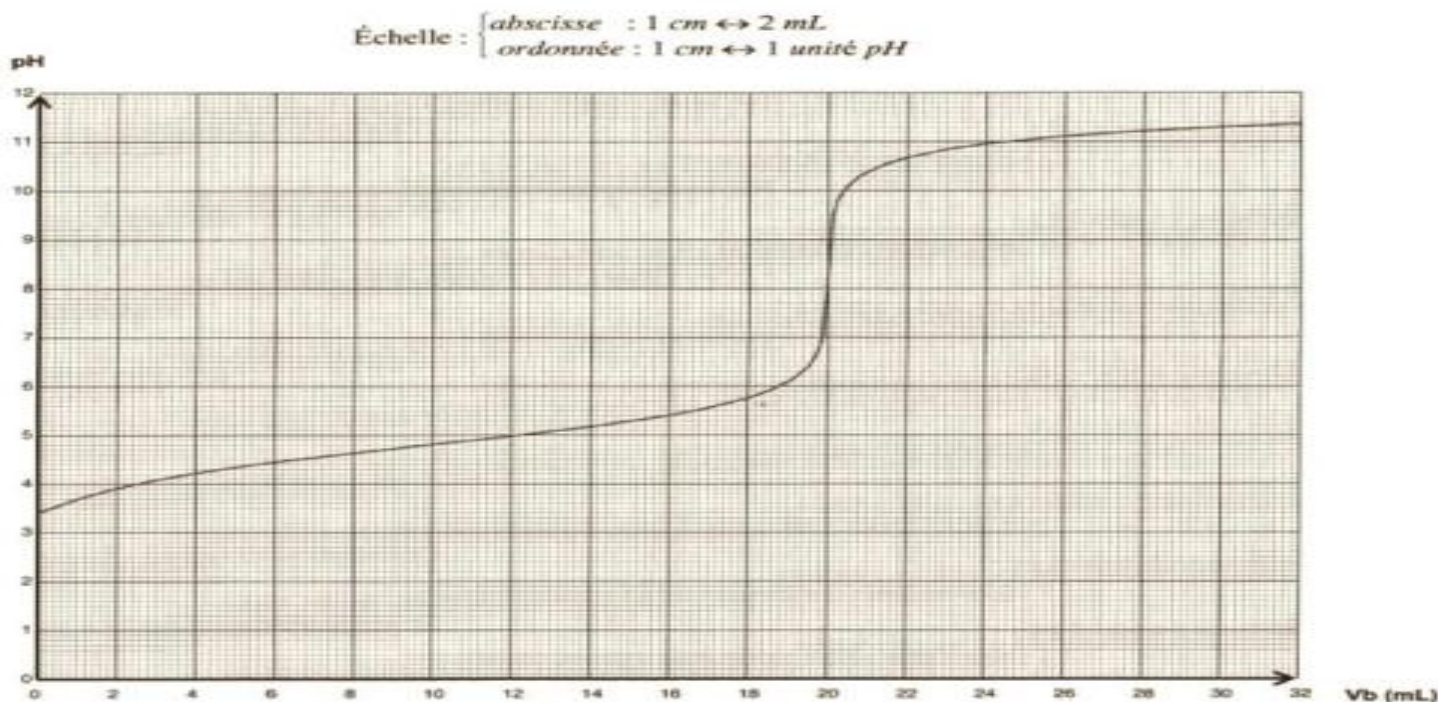
II// Dosage de la solution (S_2) d'acide éthanoïque

Le groupe dose un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de solution (S_2) par une solution B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 10^{-2} \text{ mol/L}$. Le pH du mélange est mesuré au fur et à mesure que l'on verse la solution de soude.

Le graphe $\text{pH} = f(V_B)$ est donné sur la feuille annexe.

- 1) Détermine graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E.
- 2) Retrouve la valeur de C_2 .
- 3) Donne la nature (acide ou basique) du mélange obtenu à l'équivalence. Justifie ta réponse.
- 4) Retrouve graphiquement la valeur du $\text{p}K_a$.
- 5) Choisis parmi les indicateurs colorés ci-dessous celui qui convient à ce dosage. Justifie la réponse.

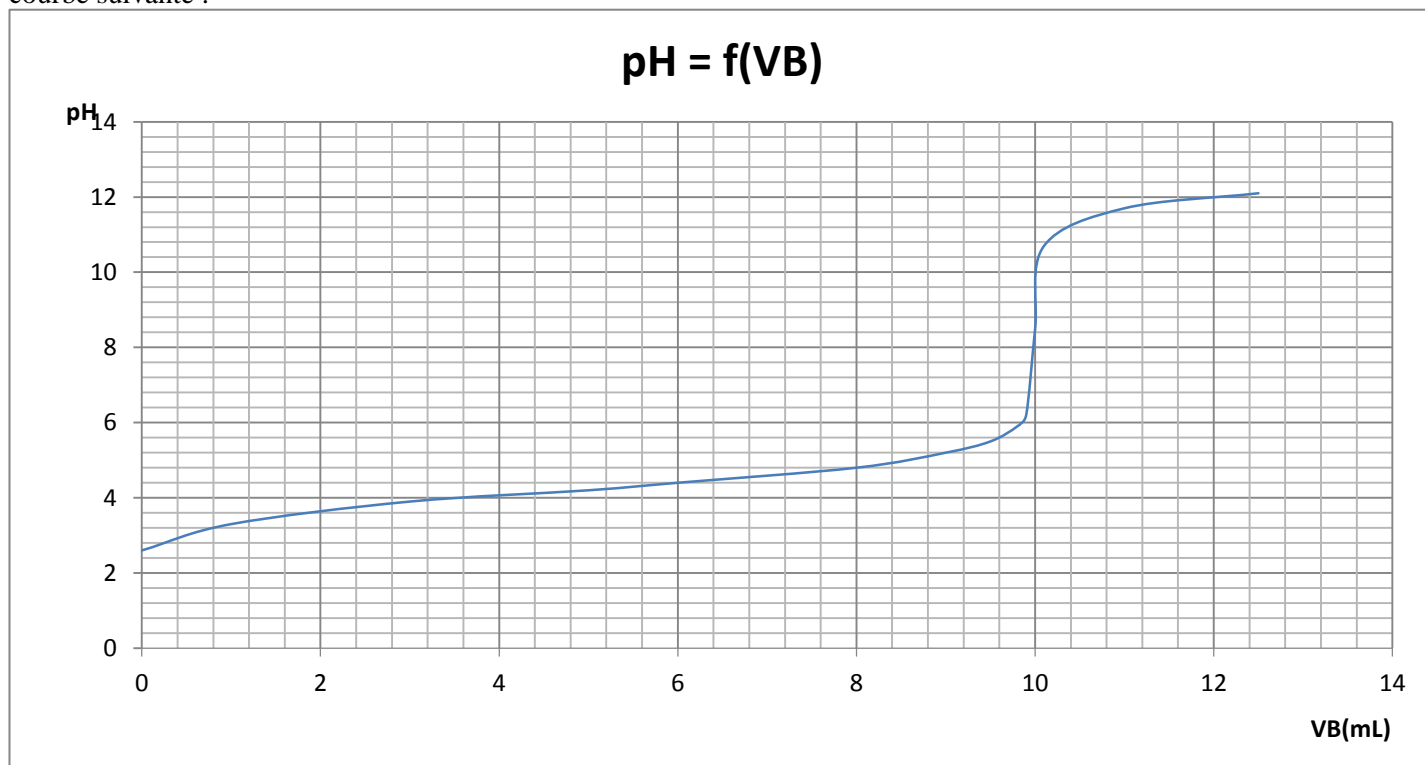
Indicateurs colorés	Hélianthine	Bleu de bromothymol (BBT)	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1 – 4,4	6,0 – 7,6	8,2 – 10



Exercice 31

L'acide benzoïque C_6H_5COOH que l'on pourra noter (AH) a pour base conjuguée l'ion benzoate $C_6H_5COO^-$ noté A^- . On se propose de déterminer le pK_A du couple AH/A^- par deux méthodes différentes.

Pour cela on dose $V_A = 10\text{ mL}$ de solution d'acide benzoïque de concentration C_A par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,1\text{ mol/L}$. On mesure le pH du mélange en fonction du volume V_B de soude versé. On obtient la courbe suivante :



- 1) Ecris l'équation bilan de la réaction responsable de la variation du pH.
- 2) Détermine graphiquement les coordonnées du point d'équivalence.
- 3) En déduis la concentration C_A de la solution d'acide benzoïque.
- 4) a) Calcule les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange de $pH = 2,6$.
b) En déduis le K_A puis le pK_A du couple AH/A^- .
- 5) a) Détermine graphiquement le pK_A du couple AH/A^- .
b) Compare les valeurs des pK_A obtenues.

Exercice 32

L'acide ascorbique, couramment dénommé vitamine C, est un réducteur naturel que l'on qualifie usuellement d'antioxydant. On le trouve dans de nombreux fruits et légumes. Une carence prolongée en vitamine C favorise le scorbut. En pharmacie il est possible de trouver l'acide ascorbique, par exemple sous forme de comprimés « de vitamine C 500 ».

Etude de la réaction entre une solution aqueuse d'acide ascorbique et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

Pour simplifier, l'acide ascorbique, de formule brute $C_6H_8O_6$, sera désigné par HA dans la suite de l'exercice.

Dans cette étude, on envisage la réaction entre une solution aqueuse d'acide ascorbique de concentration molaire $C_A = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$. Le volume initial de la solution aqueuse d'acide ascorbique est $V_A = 20,0 \text{ mL}$ et on note V_B le volume de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versée.

- 1) Ecris l'équation traduisant cette équation.
- 2) On étudie le mélange, à 25° C , lorsqu'on a versé $V_B = 5,0 \text{ mL}$ de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.
 - a) Le pH du mélange est alors égal à 4,0. En déduis la concentration en ion oxonium H_3O^+ dans ce mélange.
 - b) Calcule la concentration en ions hydroxyde dans ce mélange. En déduis la quantité $n_f(HO^-)$ d'ions hydroxyde présents à l'état final dans ce mélange.
 - c) Détermine la composition du mélange lors du nouvel état d'équilibre. Que peut-on dire d'une telle transformation ?

Exercice 33

Votre professeur de Sciences Physiques vous propose de faire l'étude d'un produit commercial qui, selon le fabricant, contient essentiellement de l'ammoniac.

- 1) Il prélève 10 mL de ce produit de concentration inconnue C_B qu'il dose par pH-mètre avec une solution d'acide chlorhydrique à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Les mesures sont consignées dans le tableau ci-dessous.

$V_A(\text{mL})$	0	1	2	3	4	5	6	7	7,5	8	8,5	9,5	10	13	16	18
pH	11,0	10,0	9,7	9,4	9,2	9,0	8,7	8,4	8,0	5,3	2,5	2,1	2,0	1,7	1,5	1,4

- a) Fais un schéma annoté du dispositif expérimental.
b) Trace la courbe $\text{pH} = f(V_A)$. (Echelle : 1 cm \leftrightarrow 1 mL ; 1,5 cm \leftrightarrow 1 unité de pH)
c) A partir de la courbe, montre que l'ammoniac est une base faible.
2) Exploitation de la courbe $\text{pH} = f(V_A)$
a) Détermine le point d'équivalence E.
b) En déduis la valeur de la concentration molaire volumique de l'ammoniac C_B .
c) Détermine la demi-équivalence et le pK_a du couple $(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)$.
d) Quelle est la nature du mélange à l'équivalence ? Justifie.
3) Calcule la concentration massique volumique en ammoniac en g/L en vue d'étiqueter le produit.

Exercice 34

L'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ que l'on pourra noter (AH) a pour base conjuguée l'ion benzoate $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ noté (A^-). On se propose de déterminer le pK_a du couple AH / A^- par deux méthodes différentes. Pour cela, on dose $V_a = 10 \text{ mL}$ de solution d'acide benzoïque de concentration C_a par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. On mesure le pH du mélange en fonction du volume V_b de soude versé. On obtient le tableau de mesure ci-dessous.

$V_b(\text{mL})$	0	1	3	5	6	8	9	9,5	9,8	9,9	10	10,1	11	12,5
pH	2,6	3,3	3,9	4,2	4,4	4,8	5,2	5,5	5,9	6,2	8,5	10,7	11,7	12,1

- 1) Ecris l'équation-bilan de la réaction responsable de la variation du pH.
2) Représente sur papier millimétré, la courbe $\text{pH} = f(V_b)$.
Echelles : 1cm représente 1 unité de pH ; 1cm représente 1 mL.
3) Détermine graphiquement les coordonnées du point d'équivalence.
4) En déduis la concentration C_a de la solution d'acide benzoïque.
5) a) Calcule les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans le mélange de $\text{pH} = 2,6$.
b) En déduis le K_a puis le pK_a du couple AH / A^- .
6) Détermine graphiquement le pK_a couple AH / A^- .
7) Compare les valeurs du pK_a obtenues aux questions 5-a) et 6).

Exercice 35

Pour déterminer la concentration C_B d'une solution S_B d'hydroxyde de sodium on en enlève un volume $V_B = 10,0 \text{ cm}^3$ que l'on introduit dans un bécher puis on ajoute de l'eau. On y verse alors progressivement le contenu d'une burette graduée remplie d'une solution S_A d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et à chaque ajout on relève le pH (voir tableau).

$V_A(\text{cm}^3)$	0	2,0	4,0	6,0	9,0	11,5	12,0	12,5	13,5	14
pH	12,2	12,0	11,9	11,7	11,5	11,2	11,1	11,0	10,8	10,6
$V_A(\text{cm}^3)$	14,5	15,0	16,0	16,5	17,0	18,0	20,0	22,0	25,0	
pH	10,3	7,2	3,4	3,2	3,1	3,0	2,8	2,7	2,5	

- 1) a) Ecris l'équation bilan de la réaction prépondérante entre les espèces chimiques des deux solutions.
b) Trace sur un papier millimétré la courbe $\text{pH} = f(V_A)$. Echelle : 1cm pour 1 cm^3 de volume ; 1cm pour une unité de pH
c) Utilise cette courbe pour déterminer le volume V_A^E d'acide versé à l'équivalence.
d) En déduis la concentration inconnue C_B .
2) On veut préparer une solution contenant $m = 0,12 \text{ g}$ de chlorure de sodium à partir des deux solutions S_A et S_B .
a) Calcule le volume de chacune d'elles à utiliser.
b) Quelle sera la concentration de cette solution en chlorure de sodium ?

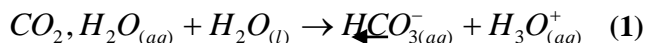
Exercice 36

I

Le sang est constitué d'un liquide plasmatique (contenant entre autres les globules et les plaquettes), qui peut être assimilé à une solution aqueuse ionique dont le pH (d'une valeur voisine de 7,4) est quasiment constant et ne peut subir que de très faibles fluctuations. Dans le cas contraire, de fortes fluctuations nuiraient gravement à la santé.

Le maintien de la valeur du pH se fait par deux processus.

- Le premier met en œuvre un ensemble d'espèces chimiques régulatrices dont notamment le couple acide-base $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$ (couple dioxyde de carbone dissous / ion hydrogénocarbonate) grâce à l'équilibre :



- Le deuxième processus physico- chimique est la respiration.

A une température de 37° C on donne :

- pH d'un sang artériel « normal » : 7,4 ;
- $\text{pK}_a(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-) = \text{pK}_{a1} = 6,1$

1) a) Donne l'expression de la constante d'acidité pK_{a1} associée au couple régulateur (réaction 1).

En déduis la relation entre le pH et le pK_{a1} du couple $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$

b) Calcule alors la valeur du rapport $\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]}$ dans le sang artériel normal.

c) Lors d'un effort physique, la concentration en dioxyde de carbone dissous dans le sang, au voisinage du muscle, augmente. Comment devrait varier le pH du sang ?

Pour éviter cette variation du pH du sang, l'hémoglobine contenue dans ce dernier et la respiration interviennent pour éliminer l'excès de dioxyde de carbone.

Le transport des gaz dissous dans le sang peut être modélisé par l'équilibre :



2) Répond qualitativement aux questions suivantes :

- a) Au voisinage du poumon, la quantité de O_2 dissous augmente. Dans quel sens est déplacé l'équilibre (2) ?
- b) Au voisinage du muscle, la quantité de CO_2 dissous augmente. Dans quel sens est déplacé l'équilibre 2 ?

II

L'acide lactique a pour formule $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$. Sa base conjuguée est l'ion lactate de formule :



1) Donne la formule développée de l'acide lactique. Entoure et nomme les différents groupes fonctionnels de la molécule.

2) Donne la définition d'un acide selon Brönsted.

3) Ecris l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'eau.

4) Dans la cellule musculaire, l'acide lactique est formé à partir de l'acide pyruvique de formule $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{COOH}$.

La transformation produite est une oxydoréduction faisant intervenir le couple acide pyruvique / acide lactique.

Ecris la demi- équation électronique associée au couple.

S'agit-il d'une oxydation ou d'une réduction de l'acide pyruvique dans la cellule musculaire ? Justifie

5) Lorsque l'acide lactique produit dans la cellule musculaire est en partie transféré dans le sang, il réagit avec les ions hydrogénocarbonate selon l'équation :



a) Donne l'expression de la constante d'équilibre K de la réaction (3).

b) Exprime-la en fonction des constantes d'acidité des deux couples intervenants dans la réaction et calcule sa valeur numérique.

Données à 37° C :

- Pour le sang avant effort :

$$[\text{HCO}_3^-] = 2,7 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}] = 1,4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pK}_a(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-) = \text{pK}_{a1} = 6,1$$

$$\text{pK}_a(\text{acide lactique/ion lactate}) = \text{pK}_{a2} = 3,6$$