

Exercices

Exercice 1 : formules générales

- Qu'est-ce qu'un hydrocarbure aliphatique ?
- Qu'est-ce qu'un hydrocarbure aromatique ?
- Quelle est la formule générale d'un hydrocarbure aliphatique saturé ?
- Quelle est la formule générale d'un hydrocarbure aliphatique monoinsaturé ?
- Quelle est la formule générale d'un hydrocarbure aliphatique diéniqne ?
- Quelle est la formule générale d'un alcyne aliphatique ?
- Quelle est la formule générale d'un hydrocarbure aliphatique triinsaturé dichloré ?

Les questions suivantes concernent des composés classiques, non cycliques :

- Quelle est la formule générale d'une cétone ?
- Quelle est la formule générale d'un aldéhyde ?
- Quelle est la formule générale d'une amine ?
- Quelle est la formule générale d'un chlorure d'acide (ou d'acyle) ?

Exercice 2 : recherche d'une formule semi-développée.

Une amine aliphatique A saturée présente un pourcentage pondéral en azote égal à 19,18%.

- Combien d'amines peuvent répondre à cette donnée ?
- Sachant que cette amine est primaire, combien reste-t-il de possibilité ?
- Sachant que cette amine présente un carbone asymétrique, donnez son nom et la formule semi développée.

Données : masses atomiques :

- de l'azote = 14 g.mol^{-1}
- du carbone = 12 g.mol^{-1}
- de l'hydrogène = 1 g.mol^{-1}

Exercice 3 : recherche d'une formule semi-développée.

- Quelle est la formule générale d'un alcool ?
- Connaissant les masses atomiques (en g.mol^{-1}) de l'oxygène (16), du carbone (12) et de l'hydrogène (1), et sachant qu'un alcool présente un pourcentage pondéral en oxygène égal 21,62%, quelle est la formule brute de cet alcool ?
- En réalité plusieurs alcools correspondent à cette formule brute : donnez la formule semi développée et le nom correspondant à chacun de ces alcools en indiquant s'il s'agit d'un alcool primaire, secondaire ou tertiaire.

Exercice 4 : recherche d'une formule semi développée.

- La quantité de chlore contenue dans 0,001 mole d'un hydrocarbure aliphatique A polyinsaturé polychloré est égale à 71 mg (la masse atomique du chlore étant de $35,5 \text{ g.mol}^{-1}$) : qu'en concluez-vous?
- L'hydrogénation totale, par rupture des liaisons π , de 0,001 mole de A, dans les conditions normales de température et de pression, nécessite 67,2 ml de dihydrogène : quelle est la formule générale de A ?
- Après chloration totale de A par rupture des liaisons π , le pourcentage pondéral en chlore du composé B ainsi synthétisé est égal à 78,45% : Quelle sera la formule brute de A ?
- Quelle sera la formule semi développée de A sachant que ce composé comporte 2 carbones asymétriques ?

Exercice 5 : recherche d'une formule semi-développée.

- Un hydrocarbure aliphatique polyinsaturé subit une chloration totale par rupture des liaisons π . 0,025 mole de A nécessite 3,55 g de chlore (masse atomique du chlore = $35,5 \text{ g.mol}^{-1}$) : Qu'en concluez-vous ?
- Par ailleurs, il faut 0,89 litre de dihydrogène pour saturer complètement, dans les conditions normales de température et de pression, 2,75g de composé A. Qu'en concluez-vous ?
- Le composé A ne possède aucun carbone sp. Qu'en concluez-vous?
- Le composé A ne possède pas de système conjugué. Qu'en concluez-vous ?
- Le composé A ne permet pas l'isomérie Z/E. Qu'en concluez-vous ?
- Le composé A présente 3 ramifications et des carbones hybridés sp^2 pour moitié non porteurs d'hydrogène et pour moitié porteurs d'un seul hydrogène. Quelle est la formule semi-développée et le nom du composé A ?

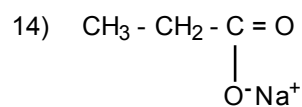
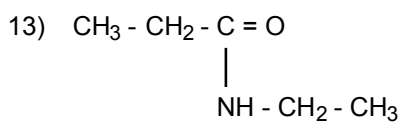
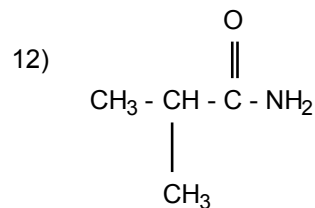
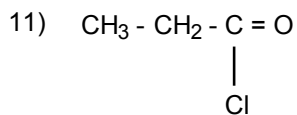
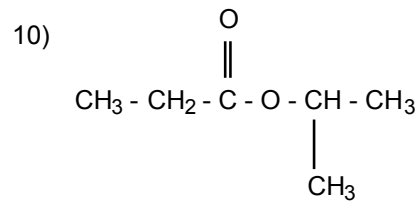
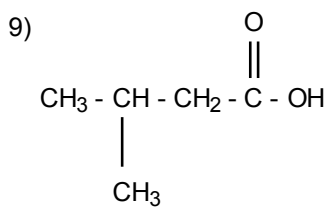
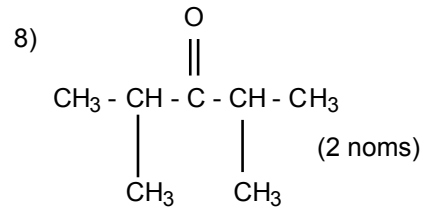
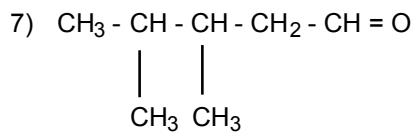
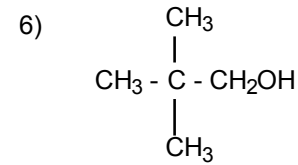
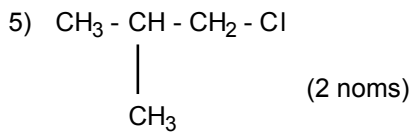
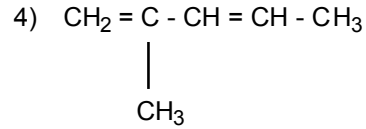
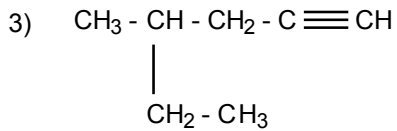
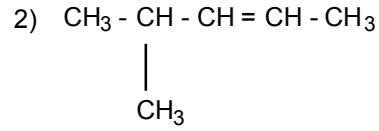
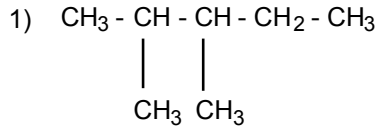
Exercice 6 : connaissances des familles chimiques

Répondez par vrai ou faux aux questions suivantes :

- Le 1,2-dichlorobenzène est l'orthodichlorobenzène.
- Le formol est un alcool.
- Le 2-chloro-2-méthylpropane est le chlorure de tertiobutyle.
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$ est le chlorure de propanoyle.
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COCl}$ est le chlorure de propyle.
- L'acide 3-chloropropanoïque est un chlorure d'acide.
- L'acétate d'éthyle est un sel d'acide.
- La N-éthylbutan-2-amine est une amine secondaire.
- La 3-méthylbutan-2-amine est une amine primaire.
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CN}$ est le propanenitrile.
- Dans une molécule contenant une fonction alcène et une fonction alcyne, l'alcyne est prioritaire.

Exercice 7 : nomenclature

Nommez les composés suivants :



Exercice 8 : priorité des fonctions

Nommez les composés suivants :

- a) $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$
- b) $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- c) $\text{CHO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$
- d) $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$
- e) $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- f) $\text{NC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$
- g) $\text{NC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 - \text{COOH}$

Corrections

Correction exercice 1

- a) Un hydrocarbure est une molécule uniquement composée d'atomes de carbone et d'hydrogène. Un composé est, au sens large, « aliphatique » lorsqu'il n'est pas aromatique. Plus précisément, nous désignerons dorénavant par « aliphatique » les composés non cycliques et par « alicyclique » les composés non aromatiques cycliques.
- b) Un composé aromatique présente un système conjugué cyclique ou polycyclique où chacun des atomes du ou des cycles fait intervenir une orbitale p non hybridée dans le système conjugué. De plus, la délocalisation doit entraîner une diminution de l'énergie de la molécule. D'après la règle de Hückel, cette diminution nécessite la délocalisation de $4n+2$ électrons (n étant un nombre entier).
L'exemple le plus courant se compose d'un composé aromatique est le benzène.
- c) Un hydrocarbure aliphatique saturé, donc sans liaisons π (autrement dit un alcane) présente une formule brute de type $C_n H_{2n+2}$ où n est un nombre entier.
- d) Un hydrocarbure aliphatique monoinsaturé, donc incluant une liaison π (autrement dit un alcène) présente une formule brute de type $C_n H_{2n}$ où n est un nombre entier. Nous pouvons remarquer que l'apparition d'une liaison π entraîne la disparition de deux atomes d'hydrogène.
- e) Un hydrocarbure aliphatique diénique donc incluant deux liaisons π présente une formule brute de type $C_n H_{2n-2}$ où n est un nombre entier. L'apparition de deux liaisons π entraîne la disparition de quatre atomes d'hydrogène.
- f) La formule générale d'un alcyne est la même que celle d'un diène puisque l'un et l'autre présentent deux liaisons π : $C_n H_{2n-2}$ (attention à la confusion).
- g) Un hydrocarbure aliphatique triinsaturé possède trois liaisons (donc six hydrogènes de moins que l'alcane correspondant). Si cet hydrocarbure est de plus dichloré, deux atomes de chlore auront remplacé deux atomes d'hydrogène. Le composé présente donc un déficit de huit atomes d'hydrogène et un gain de deux atomes de chlore par rapport à un alcane, d'où la formule générale suivante : $C_n H_{2n-6} Cl_2$
- h) La formule générale d'une cétone est $C_n H_{2n} O$ (en effet la présence de la fonction $C = O$ entraîne la disparition de deux atomes d'hydrogène par rapport à un alcane).
- i) La formule générale d'un aldéhyde est la même que celle d'une cétone : la différence tient dans le fait que la fonction $C = O$ d'un aldéhyde est en bout de chaîne carbonée, contrairement à une cétone.
- j) Ecrivez plusieurs formules d'amines sur votre brouillon, comptez les atomes : vous tomberez toujours sur une formule générale de type $C_n H_{2n+3} N$.
- k) Essayez de vous servir des résultats précédents. Un acide possède un oxygène de plus qu'un aldéhyde : la formule générale d'un acide est donc $C_n H_{2n} O_2$. Pour passer de l'acide au chlorure d'acyle (ou chlorure d'acide), le groupement OH est substitué par un atome de chlore, d'où la formule générale $C_n H_{2n-1} O Cl$.

Correction exercice 2

L'amine A est aliphatique (donc non cyclique) et saturée (donc sans liaison π).

Par ailleurs, A présente un pourcentage pondéral (en poids) en azote égal à 19,18% :
donc 100g d'amine contiennent 19,18g d'azote.

Dans ce type d'exercice, il faut dans un premier temps trouver la formule générale, puis la formule brute et enfin la formule semi développée du composé étudié.

Ramenons toujours les données de l'exercice à une mole :

D'après la formule générale d'une amine ($C_n H_{2n+3} N$), une mole de A contient une mole d'atomes d'azote.

Donc M grammes de A (M = masse molaire de A) contiennent 14 grammes d'azote (masse atomique de l'azote = $14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

Sachant que 100g de A contiennent 19,18g d'azote, un produit croisé permet de calculer la masse molaire $M = 14 \times 100 / 19,18 = 73 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

D'autre part, d'après la formule générale de A :

$$M = 12n + 2n + 3 + 14 = (14n + 17) \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Donc $14n + 17 = 73$ d'où $n = 4$.

La formule brute de l'amine A est : $C_4 H_{11} N$

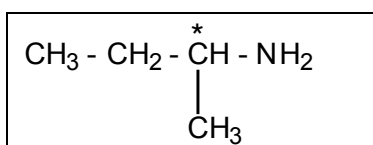
a) Huit amines peuvent répondre à cette donnée :

- butanamine (butylamine)
- butan-2-amine (secbutylamine)
- 2-méthylpropanamine (isopropylamine)
- 1,1-diméthyléthanamine (tertiobutylamine)
- N-méthylpropanamine (N-méthylpropylamine)
- N-éthyléthanamine (diéthylamine)
- N-méthylpropan-2-amine (N-méthylisopropylamine)
- N,N-diméthyléthanamine (N,N-diméthyléthylamine)

b) Sachant que cette amine est primaire, il reste 4 possibilités :

- butanamine
- butan-2-amine
- 2-méthylpropanamine
- 1,1-diméthyléthanamine

c) Sachant que cette amine présente un carbone asymétrique, le composé A est donc la butan-2-amine :



Correction exercice 3

a) La formule générale d'un alcool est de la forme $C_n H_{2n+2} O$ (nous pouvons remarquer que, par rapport à l'alcane correspondant, un alcool présente un atome d'oxygène supplémentaire)

b) Le raisonnement est le même que précédemment :

D'après la formule générale, une mole d'alcool contient une mole d'atomes d'oxygène.

Donc M grammes d'alcool contiennent 16 grammes d'oxygène.

Sachant que 100g d'alcool contiennent 21,62g d'oxygène, un produit croisé permet de calculer la masse molaire :

$$M = 16 \times 100 / 21,62 = 74 \text{ g.mol}^{-1}$$

D'autre part, toujours d'après la formule générale d'un alcool:

$$M = 12n + 2n + 2 + 16 = (14n + 18) \text{ g.mol}^{-1}$$

Donc $14n + 18 = 74$ d'où $n = 4$.

La formule brute de l'alcool est la suivante : $C_4 H_{10} O$

d) Quatre alcools peuvent répondre à cette donnée :

- Butanol (butan-1-ol) = alcool primaire :	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$
- Butan-2-ol (sec-butanol) = alcool secondaire :	$CH_3 - CH_2 - CHOH - CH_3$
- 2-méthylpropan-1-ol (ou isobutanol ou alcool isobutylique) = alcool primaire :	$(CH_3)_2 CH - CH_2 - OH$
- 2-méthylpropan-2-ol (ou tertiobutanol ou alcool tertiobutylique) = alcool tertiaire :	$(CH_3)_3 C - OH$

Correction exercice 4

a) L'hydrocarbure aliphatique A est polyinsaturé et polychloré : A est donc non cyclique et composé d'atomes hydrogène, d'atomes de carbone, de plusieurs atomes de chlore et présente plusieurs liaisons π .

Si la quantité de chlore contenue dans 0,001 mole de A est égale à 71 mg, alors la quantité de chlore contenue dans 1 mole de A est égale à 71g, soit $2 \times 35,5$ g : une mole de A contient donc 2 moles d'atomes de chlore.

A est un composé dichloré.

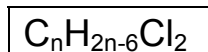
b) Par hydrogénation, le composé A fixe une molécule de dihydrogène par liaison π .

Si 0,001 mole de A fixe, dans les conditions normales de température et de pression, 67,2 ml de dihydrogène, alors 1 mole de A fixe 67,2 l de dihydrogène, soit $3 \times 22,4$ l de dihydrogène. Autrement dit, 1 mole de A fixe 3 moles de dihydrogène.

A présente donc 3 liaisons π .

L'hydrocarbure aliphatique A est dichloré et triinsaturé : par rapport à un alcane, six hydrogènes auront disparu pour laisser la place à trois liaisons π et deux hydrogènes auront été substitués par deux chlores.

A correspondra à la formule générale suivante :



- c) Après chloration totale du composé A par rupture des 3 liaisons π , donc après capture de six atomes de chlore, le composé B ainsi obtenu correspond à la formule brute $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}\text{Cl}_8$.

Donc la masse molaire M du composé B est égale à $12n + (2n-6) + 8 \times 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ou bien $M = 14n + 278 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

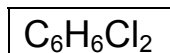
Par ailleurs, le pourcentage pondéral en chlore du composé B est égal à 78,45% : donc 100 g de B contiennent 78,45 g de chlore.

Sachant que 1 mole de B contient 8 moles d'atomes de chlore, M g de B contiennent $8 \times 35,5 = 284 \text{ g}$ de chlore.

$$\begin{array}{ccc} 100 & \rightarrow & 78,45 \\ M & \rightarrow & 284 \end{array}$$

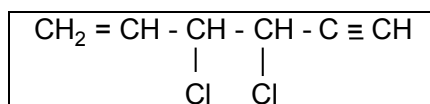
$M = 284 \times 100 / 78,45 = 362 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Donc $14n + 278 = 362 \rightarrow n = 6$

A correspondra à la formule générale suivante :



- d) L'erreur classique des étudiants est d'associer systématiquement 3 liaisons π à trois doubles liaisons alors que ce n'est pas toujours le cas (pensez aux alcynes) : cet exercice en est une preuve.

Le composé A, aliphatique, de formule brute $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_2$, comporte 2 carbones asymétriques, trois liaisons π et deux chlores : vous vous apercevrez que la seule formule semi développée qui respectent toutes ces données est :



Il s'agit donc du 3,4-dichlorohex-1-èn-5-yne.

Remarque :

les substituants halogénés sont traités comme les alkyles : ils ne sont pas prioritaires dans le choix de la numérotation lorsque une chaîne carbonée comporte une double et/ou une triple liaison.

La chaîne est numérotée à partir de l'extrémité la plus proche de l'une ou l'autre des fonctions alcène et alcyne.

Si les deux fonctions sont à égales distances des extrémités, on attribue le plus petit numéro à l'alcène. Par ailleurs, l'alcyne est nommé en dernier.