

Exercices de chimie équations bilan

1. Vrai ou faux

Les propositions suivantes sont-elles exactes? Rectifier celles qui sont fausses.

- 1) Lors d'une réaction chimique
 - a) des ions peuvent disparaître;
 - b) les noyaux de certains atomes peuvent se briser;
 - c) il y a conservation des atomes;
 - d) des atomes peuvent capter des électrons;
 - e) si les réactifs sont des ions, les produits ne peuvent être que des ions.
- 2) Dans une équation chimique.
 - a) les formules présentes dans le membre de droite sont celles des réactifs;
 - b) la conservation des éléments est assurée, mais pas celle des charges;
 - c) les nombre', placés devant les formules sont appelés nombres stéréochimiques.

2. Équation chimique

Compléter les phrases suivantes:

- a) L'équation chimique d'une réaction est correcte lorsque les1....2..... ont été ajustés. Ceux-ci permettent de respecter la3..... des éléments et celle des4.....
- b) Le symbole d'un élément représente une5..... d'atomes de cet élément.
- c) L'équation chimique établit un6.... en quantité de matière.

3. Équations chimiques correctes

Les nombres stœchiométriques des équations chimiques suivantes ont-ils été correctement ajustés ?

Rectifier l'écriture si nécessaire:

- a) $\text{Ce} + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ce}^{3+} + \text{H}_2$
- b) $\text{C}_8\text{H}_{16} + 12\text{O}_2 \longrightarrow 8\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- d) $3\text{Ca}^{2+} + \text{PO}_4^{3-} \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Dans ce chapitre, l'ajustement des nombres stœchiométriques des équations chimiques sera fait avec des nombres entiers.

4. Synthèse de l'ammoniac

On souhaite réaliser la synthèse de l'ammoniac à partir de dihydrogène et de diazote.

- 1) Écrire les formules des réactifs et du produit de cette synthèse.
- 2) Écrire l'équation chimique correspondante,

5. Combustions complètes d'hydrocarbures

Écrire l'équation chimique de la combustion complète des hydrocarbures suivants:

- a) propane C_3H_8 ; b) octane C_8H_{18}
- c) cyclohexane C_6H_{12} ; d) toluène C_7H_8

6. Équations chimiques

Compléter les équations chimiques suivantes relatives à la combustion complète d'une mole d'hydrocarbure de formule générale : C_pH_q

- a) $C_5H_{12} + \dots O_2 \longrightarrow \dots CO_2 + \dots H_2O$
- b) $\dots + O_2 \longrightarrow 5CO_2 + 4H_2O$
- c) $\dots + 12 O_2 \longrightarrow \dots CO_2 + 8H_2O$
- d) $\dots + 11 O_2 \longrightarrow 7CO_2 + \dots$

7. Combustions incomplètes

Lorsque la quantité de dioxygène est insuffisante, la combustion d'un hydrocarbure peut ne donner que de l'eau et du monoxyde de carbone CO. Écrire, dans ces conditions, l'équation chimique de la combustion incomplète:

- a) du méthane CH_4 ; b) du butane C_4H_{10}
- c) de l'hexane C_6H_{14} ; d) du cétane $C_{16}H_{34}$

8. Réactions mettant en jeu des ions

Compléter les équations chimiques suivantes:

- a) $Cu^{2+} + Al \longrightarrow Al^{3+} + Cu$
- b) $S_2O_8^{2-} + I^- \longrightarrow SO_4^{2-} + I_2$
- c) $Sn^{2+} + Fe^{3+} \longrightarrow Sn^{4+} + Fe^{2+}$

9. Réaction entre éléments métalliques

Dans un tube à essai contenant environ 2 mL, de solution de sulfate de fer (II). On ajoute une petite quantité de poudre de zinc et on agite vigoureusement pendant quelques instants.

Le mélange obtenu est filtré; le solide noir déposé dans le filtre peut être attiré par un aimant. Quelques gouttes de soude, ajoutées au filtrat, donnent un précipité blanc.

Les ions sulfate ne participent pas à la réaction.

- 1) Quel métal récupère-t-on dans le filtre?
- 2) En analysant les éléments présents, déterminer la nature du précipité blanc obtenu. Quel est le cation métallique ainsi mis en évidence?
- 3) Écrire l'équation chimique de la réaction qui s'est produite dans le tube à essai.

10. Réactions biochimiques

- 1) Lors de la photosynthèse, les plantes absorbent du dioxyde de carbone et de l'eau pour produire du dioxygène et, par exemple; du glucose $C_6H_{12}O_6$. Écrire l'équation chimique correspondante.
- 2) L'élimination du cholestérol, de formule $C_{27}H_{46}O$, par l'organisme peut, en première approximation, être assimilée à sa combustion lente mais complète. Écrire l'équation chimique de cette combustion.
- 3) La fermentation des sucres de formule $C_6H_{12}O_6$ présents dans le moût de raisin fournit de l'éthanol C_2H_6O et du dioxyde de carbone. Sachant que les sucres sont les seuls réactifs, écrire l'équation chimique de cette fermentation.
- 4) En présence d'une levure, le mycoderma aceti, l'éthanol C_2H_6O réagit avec le dioxygène pour donner de l'eau et de l'acide éthanoïque ou acide acétique $C_2H_4O_2$, principal constituant du vinaigre. Écrire l'équation chimique de cette réaction.

11. Réactions de l'ammoniac

- 1) l'ammoniac est utilisé industriellement pour la synthèse de l'acide nitrique ; l'une des étapes est la réaction du dioxygène avec l'ammoniac qui donne du monoxyde d'azote NO et de l'eau. Écrire l'équation chimique de cette réaction.
- 2) Une réaction concurrente de celle-ci conduit, avec les mêmes réactifs, à la formation de diazote et d'eau: écrire l'équation chimique correspondante.

12. Pots catalytiques 2

Un pot catalytique a pour but d'éliminer les principaux polluants gazeux présents dans les gaz d'échappement.

Ces gaz polluants sont principalement le monoxyde d'azote NO, le dioxyde d'azote NO_2 , le monoxyde de carbone CO et les hydrocarbures imbrûlés, souvent notés C_xH_y . À la sortie d'un pot d'échappement fonctionnant correctement, on ne trouve que du diazote, de l'eau et du dioxyde de carbone.

Ajuster les nombres stœchiométriques des équations chimiques ci-dessous relatives aux principales réactions alors mises en jeu; C_8H_{18} représente les hydrocarbures imbrûlés:

- a) $CO + O_2 \longrightarrow CO_2$
- b) $C_8H_{18} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
- c) $NO + CO \longrightarrow N_2 + CO_2$
- d) $NO_2 + CO \longrightarrow N_2 + CO_2$
- e) $C_8H_{18} + NO \longrightarrow N_2 + CO_2 + H_2O$

13. La chimie du soufre

L'acide sulfurique H_2SO_4 peut être industriellement produit à partir du sulfure d'hydrogène H_2S . Écrire les équations chimiques associées aux quatre étapes de cette synthèse:

- combustion de H_2S dans le dioxygène de l'air donnant de l'eau et du dioxyde de soufre SO_2 ;
- réaction entre H_2S et SO_2 conduisant à du soufre et de l'eau;
- combustion de SO_2 dans l'air afin d'obtenir SO_3 ;
- réaction de SO_3 avec l'eau.

14. Propulsion d'un module lunaire

Le module lunaire Apollo était propulsé par un moteur utilisant comme carburant l'hydrazine N_2H_4 et comme comburant le tétraoxyde de diazote N_2O_4 ; l'eau et le de azote sont les produits de cette réaction.

- Chercher dans un dictionnaire le sens des mots carburant et comburant.
- Écrire l'équation chimique de cette réaction.

15. Combustion d'un alcool

Un alcool A a pour formule $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$; la combustion de 1,0 mol de cet alcool fournit 3,0 mol de dioxyde de carbone et de l'eau.

- Déterminer n et en déduire la formule brute de A?
- Montrer qu'il existe deux formules semi-développées possibles pour l'alcool A.
- Écrire l'équation chimique de la combustion de A.

16. Feux d'artifice

Le chlorate de potassium KClO_3 , le chlorate de baryum $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ et le chlorate de strontium $\text{Sr}(\text{ClO}_3)_2$ sont des solides ioniques, utilisés dans les feux d'artifice pour obtenir respectivement des étincelles violettes, rouges et vertes. Leurs réactions avec du carbone donnent du dioxyde de carbone et le chlorure du métal correspondant.

- Ecrire la formule des trois chlorures métalliques qui se forment.
- En déduite les trois équations des réactions chimiques qui se produisent dans un feu d'artifice utilisant les trois chlorates précédents.
- Par réaction entre le chlorate de potassium et l'aluminium, on obtient des gerbes d'étincelles blanches dues à la formation d'alumine Al_2O_3 . Écrire l'équation de cette réaction sachant qu'il se forme aussi du chlorure de potassium.

17. Formation de rouille

Dans un tube à essai contenant environ 1 ml, de solution de sulfate de fer (III), $2\text{Fe}^{3+}+3\text{SO}_4^{2-}$, ajoutons quelques gouttes de soude: il apparaît un précipité de couleur rouille. Re commençons l'expérience avec du sulfate de fer (II), $\text{Fe}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}$; il apparaît un précipité vert.

Filtrons le contenu de ce second tube et étalons le filtre à l'air libre: le précipité vert prend lentement une

couleur rouille, identique à celle obtenue lors du premier test.

Les ions sulfate et sodium n'interviennent pas dans ces diverses réactions.

1) Écrire les équations chimiques des deux précipitations.

2) Que peut-on penser de la nature du produit de couleur rouille finalement obtenu dans le filtre? Sachant qu'il résulte de l'action du dioxygène et de l'eau sur le précipité vert, écrire l'équation chimique de cette réaction.

3) Laisser à la pluie en présence d'air, une plaque de fer rouille: en admettant que le produit formé soit le même que celui obtenu précédemment, écrire l'équation chimique relative à la formation de la rouille.

18. Chimie et vie quotidienne

Lire l'Activité de la page 239, puis répondre aux questions suivantes,

1) Écrire les deux équations chimiques des réactions se déroulant dans un airbag produisant du diazote.

2) Écrire l'équation chimique de la fermentation des sucres lorsque le pain lève.

3) Écrire l'équation chimique justifiant la formation du dioxyde de carbone lors de la décomposition de l'hydrogénocarbonate de sodium, présent dans une levure chimique.

4) En réalité, la décomposition thermique de NaHCO_3 n'est pas la seule source de dioxyde de carbone; en effet, la levure contient des acides susceptibles de réagir avec l'ion hydrogénocarbonate. Cette réaction, qui a lieu entre les ions H^+ et les ions hydrogénocarbonate, fournit du dioxyde de carbone et de l'eau.

Quelle est la formule de l'ion hydrogénocarbonate?

En déduire alors l'équation chimique de la réaction.

19. Identification des solides

On dispose de deux flacons, notés A et B, contenant tous les deux une poudre grise, l'une est de la poudre de zinc, l'autre est un mélange de poudres de charbon et de carbonate de calcium CaCO_3 . L'aspect des deux mélanges est si voisin qu'il n'est pas possible de les identifier en les observant; aussi se propose-t-on de procéder à leur identification à l'aide de quelques réactions chimiques.

A/ On introduit, à l'aide d'une spatule, une petite quantité de poudre A dans un tube à essai et on ajoute environ 1 mL de solution d'acide chlorhydrique $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$: on observe alors un dégagement gazeux.

• Si l'on présente une allumette enflammée à la sortie du tube, aucune détonation ne se produit et le gaz ne brûle pas. Que peut-on en conclure sur la nature du gaz?

• Si, à présent, le gaz est mis à barboter dans un tube à essai contenant de l'eau de chaux $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HO}^-$, un trouble blanchâtre apparaît. Quelle est la nature du gaz qui se dégage? Écrire l'équation chimique de ce test.

B/ En recommençant la même série d'expériences avec la poudre B, on observe encore un dégagement gazeux. Celui-ci ne trouble pas l'eau de chaux, mais peut brûler.

• Quel est le gaz ainsi mis en évidence? En déduire la nature de la poudre B et, en conséquence, celle de la poudre A. Écrire l'équation chimique de l'acide chlorhydrique sur la poudre B.

• Le gaz dégagé dans la première expérience résulte de l'action des ions H^+ sur des ions polyatomiques.

Écrire l'équation chimique de la réaction qui se déroule alors.

C/ - Utiliser le fait que tout le dioxyde de carbone formé provient de l'alcool.

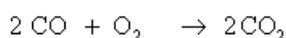
- Les deux formules semi développées présentent un groupe - C - OH

D/ À partir de la formule de l'ion potassium, déterminer celle de l'ion chlorate; en déduire alors la formule des cations baryum et strontium, puis celle de leur chlorure.

E/ Écrire les formules des réactifs et des produits, ajuster les nombres stœchiométriques de l'hydrogène, puis de l'oxygène, avec des nombres fractionnaires. Multiplier enfin par le plus petit entier permettant de n'avoir que des nombres entiers. Les masses molaires nécessaires à la résolution de certains exercices seront prises dans la Classification périodique .

20. Avancement d'une réaction

Compléter le tableau suivant, dans lequel (E.I.) signifie état initial, (E.F.) état final et (en cours) désigne l'état du système en cours d'évolution pour divers avancements.



Equation	Avancement(mol)	n(CO)(mol)	n (O ₂) (mol)	n (CO ₂) (mol)
E.I	0	4,6	3,0	0
(en cours) (1)	x_1$	....	3,0 - x_1$	....
(en cours) (2)	$x_2 = 0,8$	....	....	....
(en cours) (3)	$x_3 = \dots$	....	....	3,0
E.F	$x_{\text{max}} = \dots$	....	....	....

21. Bilan d'une synthèse

Le nitrobenzène $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$, est utilisé dans la chimie des colorants; on le prépare par action de l'acide nitrique HNO_3 sur le benzène C_6H_6 .

1) Écrire l'équation de cette synthèse sachant qu'il se forme également de l'eau,

2) Un mélange initial contient 0,80 mol de benzène et 1,30 mol d'acide nitrique; déterminer, en s'aidant d'un tableau d'évolution du système:

a) l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant ;

b) la composition molaire de l'état final du système,

3) On considère, t présente, un mélange initial contenant 0,65 mol de C_6H_6 et n mol de HNO_3 . Déterminer n pour que le mélange soit stœchiométrique; en déduire alors la composition de l'état final.

22. Précipitation du sulfate de baryum

L'addition de quelques gouttes de solution de chlorure de baryum ($\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$) à une solution de sulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$) donne un précipité de sulfate de baryum BaSO_4 . Les ions Na^+ et Cl^- ne participent pas à la réaction,

1- Écrire l'équation de la formation du précipité,

2- À un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution de chlorure de baryum de concentration $C_1 = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$ en ions Ba^{2+} , on ajoute un volume $V_2 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution de sulfate de sodium de concentration $C_2 = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$ en ions SO_4^{2-} .

Déterminer, en s'aidant, si nécessaire, d'un tableau d'évolution du système,

a) les quantités de matière d'ions Ba^{2+} et SO_4^{2-} dans le système à l'état initial;

b) l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;

c) la composition, en quantités de matière, de l'état final du système;

d) le volume V' de solution du réactif limitant qu'il aurait fallu utiliser pour obtenir un mélange initial stœchiométrique, le volume de l'autre réactif restant égal à $20,0 \text{ mL}$,

3- En s'aidant, si nécessaire, des manipulations faites en TP. 2, page 252, proposer un test simple permettant de vérifier la nature du réactif limitant.

23. Combustion du propane

Soit la combustion complète du propane C_3H_8 dans le dioxygène,

1) Écrire l'équation de cette réaction en utilisant les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles.

2) Préparer des tableaux d'évolution pour les deux systèmes ci-dessous.

a) Le premier correspond à un état initial constitué de $2,0 \text{ mol}$ de propane et de $7,0 \text{ mol}$ de dioxygène ; déterminer l'état final du système.

b) Le second est relatif à un état initial formé de $1,5 \text{ mol}$ de propane et de $7,5 \text{ mol}$ de dioxygène ; déterminer l'état final du système.

Que peut-on dire du mélange de réactifs utilisé dans ce cas?

24. Obtention du soufre

L'une des étapes de la synthèse de l'acide sulfurique est la réaction entre le sulfure d'hydrogène H_2S et le dioxyde de soufre SO_2 . Le soufre S et l'eau sont les produits de cette réaction.

1) Écrire l'équation de cette réaction en utilisant les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles,

2) On considère un état initial constitué de $4,0 \text{ mol}$ de SO_2 et $5,0 \text{ mol}$ de H_2S ; déterminer, en s'aidant d'un tableau d'évolution:

a) L'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;

b) la composition molaire de l'état final du système.

3) On considère, à présent, un mélange initial contenant 3,5 mol de SO_2 et n mol de H_2S

Déterminer n pour que le mélange soit stœchiométrique; en déduire alors l'état final.

25. Combustion de l'aluminium

Compléter le tableau ci-dessous, dans lequel (E.I.) signifie état initial, (EF) état final et (en cours) désigne l'état du système en cours d'évolution.

Indiquer le réactif limitant.

Equation	$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$			
	Avancement(mol)	$n(\text{Al})(\text{mol})$	$n(\text{O}_2) (\text{mol})$	$N (\text{Al}_2\text{O}_3) (\text{mol})$
E.I.	0	7,0	6,0	0,5
(en cours) (1)	x_1	$7,0 - 4x_1$	.....	....
(en cours) (2)	$x_2 = 0,5$	....	....	....
(en cours) (3)	$x_3 = \dots$	....	....	2,5
E.F.	$x_{\text{max}} = \dots$	.....	....	....

Pour chacun des exercices suivants, on pourra utiliser, si nécessaire, un tableau d'évolution du système, et, pour les gaz, on prendra $V_m = 25,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

26. Obtention du monoxyde d'azote

La réaction de l'ammoniac NH_3 avec le dioxygène, pour donner de l'eau et du monoxyde d'azote NO , est l'une des étapes de la synthèse industrielle de l'acide nitrique.

- Écrire l'équation de cette réaction en utilisant les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles,
- l'état initial d'un système est constitué d'une masse $m_1 = 340 \text{ g}$ d'ammoniac et d'une masse $m_2 = 480 \text{ g}$ de dioxygène. Déterminer en s'aidant, si nécessaire, d'un tableau d'évolution du système:
 - les quantités de matière d'ammoniac et de dioxygène dans le système à l'état initial;
 - l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;
 - la composition, en quantités de matière puis en masse, de l'état final du système;
 - la masse 1/1' du réactif limitant qu'il aurait fallu utiliser pour obtenir un mélange initial stœchiométrique, la masse de l'autre réactif restant constante,
- Comparer la masse du système dans les états initial et final à l'aide des résultats obtenus au 2) c).

27. Précipitation du phosphate de calcium

Les ions calcium Ca^{2+} donnent avec les ions phosphate PO_4^{3-} un précipité de phosphate de calcium $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

À un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution de chlorure de calcium ($\text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$) de concentration $C_1 = 0,020 \text{ mol. L}^{-1}$ en ions Ca^{2+} , on ajoute un volume $V_2 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution de phosphate de sodium ($3 \text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}$) de concentration $C_2 = 0,010 \text{ mol. L}^{-1}$ en ions PO_4^{3-} .

Les ions Na^+ et Cl^- ne participent pas à la réaction,

- 1) Écrire l'équation de la réaction de précipitation,
- 2) Déterminer en s'aidant, si nécessaire, d'un tableau d'évolution du système:
 - a) les quantités de matière d'ions Ca^{2+} et PO_4^{3-} dans le système à l'état initial;
 - b) l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;
 - c) la composition, en quantités de matière, de l'état final du système
 - d) le volume V' de solution du réactif limitant qu'il aurait fallu utiliser pour obtenir un mélange initial stœchiométrique, le volume de l'autre réactif restant égal à la valeur indiquée ci-dessus.

28. Combustion de l'éthanol

On considère la combustion complète de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ dans du dioxygène pur; les seuls produits sont le dioxyde de carbone et l'eau,

- 1) Écrire l'équation de cette combustion, en utilisant les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles.
- 2) Dans une première expérience, on fait brûler $n = 0,20 \text{ mol}$ d'éthanol. Déterminer:
 - a) la quantité de matière minimale de dioxygène nécessaire à cette combustion complète;
 - b) les quantités de matière. puis la masse de chacun des produits alors obtenus;
 - c) le volume de di oxygène consommé lors de cette réaction.
- 3) Une nouvelle expérience met en jeu une masse $m' = 2,30 \text{ g}$ d'éthanol et un volume $V' = 1,50 \text{ L}$ de dioxygène, Après avoir déterminé les quantités de matière des réactifs présents dans l'état initial, déterminer:
 - a) l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;
 - b) la composition, en quantités de matière, de l'état final du système,

29. Oxydes d'azote

Lors de la réaction de l'acide nitrique avec le cuivre, l'un des produits est le monoxyde d'azote NO , gaz incolore qui, en réagissant avec le dioxygène de l'air, donne un gaz roux, le dioxyde d'azote NO_2 .

1- Ecrire l'équation de cette dernière réaction. en utilisant les nombres stœchiométriques, entiers plus petits possibles.

2- L'état initial d'un système est constitué de $20,0 \text{ mol}$ de monoxyde d'azote et $15,0 \text{ mol}$ de dioxygène.

Déterminer:

- a) la composition, en quantités de matière du système lorsque l'avancement x vaut 6,0 mol.
- b) l'avancement maximal du système et de la composition molaire de l'état final correspondant.
- 3- On considère un nouveau système dont l'état initial est constitué d'une masse de monoxyde d'azote $m(\text{NO}) = 7.50 \text{ g}$ et d'un volume $V(\text{O}_2) = 2,00 \text{ L}$ de dioxygène. Déterminer:
- a) l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;
- b) la composition molaire de l'état final correspondant.
- 4- Pour les deux systèmes étudiés, représenter les graphes des quantités de matière $n(\text{NO})$, $n(\text{O}_2)$ et $n(\text{NO}_2)$ en fonction de l'avancement x et retrouver les résultats ci-dessus.

30. Combustion de l'aluminium

Comme cela a été vu en Troisième, le métal aluminium Al brûle dans le dioxygène pour donner de l'alumine Al_2O_3 solide.

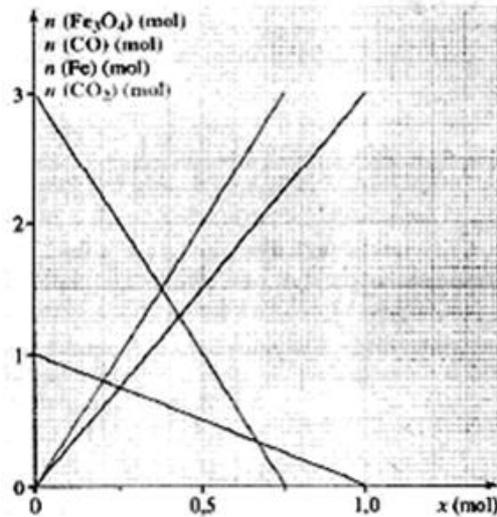
- 1) Écrire l'équation de cette réaction, avec des nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles.
- 2) On souhaite brûler complètement 0,54 g d'aluminium dans du dioxygène. Déterminer le volume minimal de dioxygène nécessaire et la masse d'alumine formée.
- 3) On souhaite, à présent, obtenir par cette réaction une masse d'alumine $\text{Al}_2\text{O}_3 = 30,6 \text{ g}$.
Déterminer
 - a) les quantités de matière minimales de dioxygène et d'aluminium nécessaires;
 - b) la masse d'aluminium et le volume de dioxygène correspondants.
- 4) Déterminer la quantité de matière d'aluminium initial, puis raisonner en quantités de matière.
- 5) Déterminer la quantité de matière d'alumine attendue, puis considérer que la quantité minimale de dioxygène correspond à un mélange initial stœchiométrique.
- 6) La réaction se termine pour $x = x_{\text{max}}$.
- 7) Lorsque le mélange est stœchiométrique, les quantités de matière des réactifs s'annulent toutes pour la même valeur de l'avancement.

31. Utilisation d'outils mathématiques: exploitation de graphiques

A/. Le graphe ci-après représente l'évolution, en fonction de l'avancement de réaction x , des quantités de matière des réactifs et des produits d'une réaction pouvant se produire dans un haut-fourneau. Les réactifs sont la magnétite Fe_3O_4 et le monoxyde de carbone CO; les produits sont le fer Fe et le dioxyde de carbone CO_2 .

- 1) Écrire l'équation de cette réaction avec les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles; comparer le nombre stœchiométrique de chaque espèce et le coefficient directeur de la droite représentant sa quantité de matière.
- 2) À l'aide du graphe, déterminer:
 - a) l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;
 - b) la composition, en quantités de matière, des états initial et final du système;

c) la quantité de matière du réactif en excès qu'il aurait fallu prendre pour que le mélange soit stœchiométrique, la quantité de matière du réactif limitant étant inchangée.



B/. En utilisant un tableau d'évolution, trouver les expressions des quantités de matière de NO, O₂ et NO₂ en fonction de x, puis tracer les graphes demandés.

32. Extraction et identification de l'eucalyptol

L'eucalyptus est un grand arbre dont les feuilles très odorantes possèdent des poches sécrétrices contenant des huiles essentielles dont l'eucalyptol.

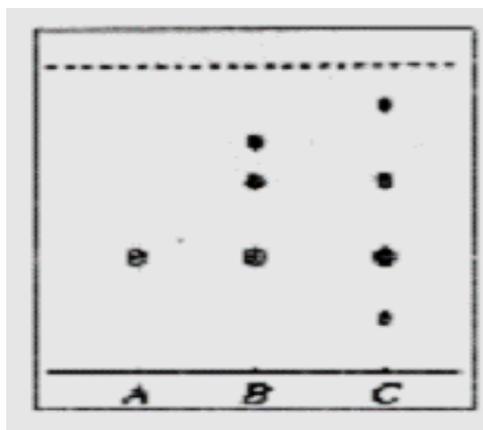
Pour extraire l'eucalyptol, on introduit environ 10 g de feuilles d'eucalyptus finement émiettées dans un ballon contenant 50 ml, d'eau bouillante et on chauffe à reflux pendant 20 minutes après avoir adapté un condenseur à air.

Après refroidissement, on filtre le mélange; le filtrat est introduit dans une ampoule à décanter. On ajoute 3 mL de cyclohexane, on agite puis on laisse reposer.

On recueille alors la phase contenant l'eucalyptol.

On effectue une chromatographie sur couche mince de l'eucalyptol (dépôt A), de l'extrait obtenu ci-dessus (dépôt B) et d'un sirop antitussif à l'eucalyptol (dépôt C).

On obtient le chromatogramme ci contre:



Espèce chimique	densité	Solubilité dans l'eau	Solubilité dans le cyclohexane
-----------------	---------	-----------------------	--------------------------------

eucalyptol	0,92	Très faible	Très grande
eau	1,00	.....	nulle
cyclohexane	0,78	nulle	.....

- 1) Faire un schéma légendé du montage utilisé pour extraire l'eucalyptol.
- 2) Dans quelle phase se situe l'eucalyptol dans l'ampoule à décanter? Justifier votre réponse.
- 3) Faire un schéma légendé de l'ampoule à décanter.
- 4) Citer deux réactifs habituellement utilisés en Travaux Pratiques pour révéler un chromatogramme,
- 5) Interpréter le chromatogramme obtenu. Déterminer le rapport frontal R_f de l'eucalyptol dans cette chromatographie.
- 6) Que peut-on dire des espèces correspondant aux autres taches du chromatogramme pour le dépôt B ?
- 7) Rechercher dans une encyclopédie quelques utilisations courantes de l'eucalyptol.

33. Synthèse de l'acétate d'isoamyle

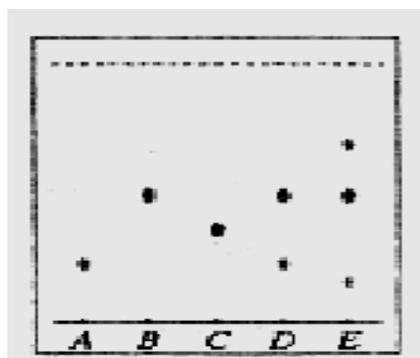
L'acétate d'isoamyle de formule $C_7H_{14}O_2$ est un ester naturel à odeur de banane présent dans l'essence de banane; on se propose d'en effectuer la synthèse au laboratoire.

Dans un ballon de 100 mL introduit à l'aide d'une éprouvette graduée, 20 ml, d'alcool isoamylique de formule $C_5H_{12}O$, puis la mL d'acide acétique $C_2H_4O_2$, 1 mL d'acide sulfurique et quelques grains de pierre ponce. On adapte un réfrigérant à eau et On chauffe à reflux pendant 20 minutes.

Après refroidissement du mélange, on le verse dans 25 mL de solution saturée de chlorure de sodium il apparaît deux phases. Le mélange est introduit dans une ampoule à décanter; après décantation, on recueille la phase organique que l'on sèche avec du chlorure de calcium anhydre.

Pour caractériser l'ester obtenu, on réalise une chromatographie sur couche mince. Sur une plaque à chromatographie, on réalise [a chromatographie de l'alcool isoamylique (dépôt A), de l'acétate d'isoamyle (dépôt B), de l'acide acétique (dépôt C), de la phase organique obtenue à la fin de la synthèse ci-dessus (dépôt D) et d'une essence de banane (dépôt E).

Après révélation à l'aide d'une solution acidifiée de permanganate de potassium, on obtient le chromatogramme ci-dessus.



Données :

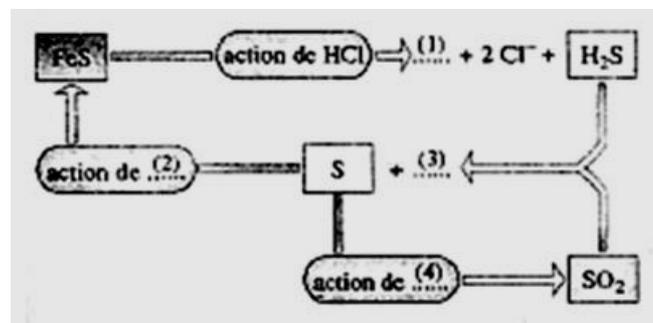
Espèce chimique	densité	Solubilité dans une solution de
-----------------	---------	---------------------------------

		chlorure de sodium saturée
Alcool isoamylique	0,81	Très faible
Acide acétique	1,05	bonne
Acétate d'isoamyle	0,87	Très faible

- 1) Faire un schéma légendé du montage utilisé pour cette synthèse. Quel est le rôle du chauffage à reflux? Pourquoi met-on des grains de pierre ponce ?
- 2) L'acide sulfurique est, ici, un catalyseur.
Dans quel but est-il utilisé ?
- 3) Pourquoi verse-t-on le mélange dans une solution saturée de chlorure de sodium?
- 4) En quoi consiste le séchage d'une phase organique?
- 5) À l'aide du chromatogramme obtenu, déterminer les espèces présentes dans la phase organique.
- 6) Faire alors un schéma légendé de façon précise de l'ampoule à décanter.
- 7) L'essence de banane constitue-t-elle une espèce chimique?.
- 8) L'acétate d'isoamyle est-il une espèce naturelle? nature identique ? artificielle ? Justifier votre réponse.

34. Diagramme de transformations du soufre

Le diagramme ci-dessous représente certaines transformations chimiques mettant en jeu l'élément soufre.



- 1) Compléter le diagramme en identifiant les espèces numérotées

de 1 à 4.

- 2) Combien d'éléments sont représentés? Quel est celui qui décrit un cycle de transformations?
- 3) Comment pourrait-on mettre en évidence la présence de l'espèce 1 ?
- 4) Le soufre a pour numéro atomique $Z = 16$.
 - a) Écrire la formule électronique de l'atome de soufre.
 - b) L'ion sulfure a pour formule S^{2-} , en déduire sa formule électronique. De quel gaz noble est-il isoélectrique ?

35. Comète Hyakutake

Lire le texte suivant, extrait d'un article du Monde (jeudi 24/10/1996), et répondre aux questions qui suivent.

"La comète Hyakutake, lorsqu'elle a déployé dans le ciel sa chevelure longue de plus de 20 millions de kilomètres, le 25 mars 1996, a permis aux scientifiques de dresser la liste des substances qu'elle contient. Les molécules découvertes auparavant comme l'éthane, le méthane, le cyanure de méthyle et le cyanure d'hydrogène confirment un peu plus encore que la composition des comètes est très proche de celle des poussières interstellaires.

En revanche, c'est la première fois qu'on met en évidence, dans une comète, des molécules d'acétylène C_2H_2 , un gaz qui, sur Terre, sert à effectuer des soudures. »

1) Quelles sont les molécules citées dans cet article ?

2) Établir la représentation de Lewis de l'acétylène.

Combien de doublets unissent les deux atomes de carbone ?

3) Le cyanure d'hydrogène a pour formule HCN.

Écrire sa représentation de Lewis. Même question pour le cyanure de méthyle CH_3CN .

4) Proposer une structure géométrique pour HCN et CH_3CN . Donner la représentation de Cram de cette dernière.

36. Molécule interstellaire

L'étude des ondes radio venues de l'espace permet de déceler la présence de molécules et même de les identifier, certaines de ces molécules n'avaient jamais été observées sur Terre: c'est le cas de la molécule étudiée.

1) La molécule ne contient que des atomes de carbone, d'azote et d'hydrogène. Ses pourcentages atomiques en azote et en carbone sont de 20,0 et 60,0%.

Déterminer sa formule sous la forme $C_xH_yN_z$ précisant les relations entre x, y et z.

Peut-on en déduire les valeurs de x, y et z ?

2) La molécule ne contient qu'un seul atome d'azote. Déterminer les valeurs de x, y et z .

3) Sachant que tous les atomes ont une structure électronique de gaz noble et sont disposés en file, établir la représentation de Lewis de la molécule.

37. Carbure métallique

Le carbure d'aluminium est un solide, qui, traité par une solution d'acide chlorhydrique, donne un dégagement de méthane gazeux et des ions aluminium.

1) À partir de la place des éléments carbones et aluminium dans la Classification, déterminer le nombre d'électrons externes des atomes de ces deux éléments.

2) En déduire la formule des ions que peuvent donner ces deux éléments, puis les proportions relatives des deux ions dans le cristal.

38. Francium, germanium

Les noms de certains éléments évoquent la nation à laquelle appartenait le chimiste qui les découvrit: c'est le cas pour le francium et le germanium.

- 1) Chercher, dans une encyclopédie, les noms des chercheurs ayant découvert ces deux éléments.
- 2) En utilisant le tableau périodique des pages de rabats de couverture, déterminer leur place dans la Classification et leur numéro atomique.
- 3) En déduire la structure électronique externe des atomes correspondants,
- 4) Quels ions peuvent-ils donner? Comparer leur aptitude à donner des ions.
- 5) Quel est le composé le plus simple que donne chacun de ces éléments avec le fluor?

39. Quantité de matière, masse et volume

40. Formules d'amines

Un flacon de volume $V = 1,50 \text{ L}$ contient une masse $m = 2,81 \text{ g}$ d'une amine gazeuse A de formule générale $\text{C}_x\text{H}_{2x+3}\text{N}$.

Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire des gaz vaut: $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- 1) Déterminer la quantité de matière d'amine A présente dans le flacon, puis la masse molaire de A. Déterminer alors la formule brute de A.

Établir la structure électronique des atomes de carbone, d'azote et d'hydrogène; en déduire le nombre d'électrons externes de chaque atome et le nombre de liaisons que chacun d'eux peut donner.

- 2) Vérifier alors qu'il existe deux représentations de Lewis possibles pour A.

Écrire les formules semi-développées des deux molécules correspondantes. Que peut-on dire des espèces chimiques ayant ces formules?

41. Préparations de solution d'urée

- 1) On désire préparer une solution S d'urée il $12,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. L'urée est un solide de formule $\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}$.

- a) Décrire soigneusement la préparation d'un volume $V = 100,0 \text{ mL}$ de cette solution.
- b) Quelle est la concentration molaire C de S?

- 2) À l'aide de S, on souhaite préparer un volume $V' = 50 \text{ mL}$ d'une solution S' d'urée, de concentration molaire $C' = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculer le facteur de dilution.

Décrire précisément la préparation de S' en indiquant la verrerie utilisée.

Quelle masse m' d'urée solide aurait-il fallu dissoudre pour préparer directement 50 mL de S'?

42. Dissolution d'un médicament

La gélumaline est un antispasmodique, un analgésique, un antalgique et un antipyrétique. Une gélule de gélumaline contient, entre autres, $10,0 \text{ mg}$ de codéine $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3$; $30,0 \text{ mg}$ de caféine $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ et 300 mg de paracétamol $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$.

On dissout cette gélule dans de l'eau afin de disposer de $50,0 \text{ mL}$ de solution,

- 1) Chercher dans un dictionnaire le sens des mots: analgésique, antalgique et antipyrétique.
- 2) Déterminer les masses molaires de la codéine, de la caféine et du paracétamol.
- 3) En déduire la concentration molaire de ces trois espèces dans la solution préparée.

43. Réaction de l'acide chlorhydrique avec l'aluminium

Dans un tube à essai, introduisons un peu de poudre d'aluminium, puis environ 2 ml. de solution d'acide chlorhydrique ($H^+ + Cl^-$): un dégagement gazeux se produit. Présentons une allumette enflammée à la sortie du tube: une légère détonation se produit et le gaz brûle.

Filtrons le mélange puis ajoutons de la soude au filtrat: un précipité blanc apparaît. Les ions chlorure ne participent pas aux réactions étudiées.

- 1) Quelle est la nature du gaz mis en évidence ?
- 2) Écrire l'équation de la réaction qui produit la détonation lors du test du gaz formé.
- 3) Quel ion met en évidence le précipité observé?
Écrire l'équation de la réaction de précipitation.
- 4) Écrire alors l'équation chimique de la réaction des ions hydrogène H^+ avec l'aluminium.

44. Combustion du méthane

Soit la combustion complète du méthane CH_4 dans le dioxygène de l'air.

- 1) Écrire l'équation de cette réaction avec les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles.
- 2) On considère un premier système dont l'état initial est constitué de 1,50 mol de méthane, 2,00 mol de dioxygène et 8,00 mol de diazote ; le diazote présent dans l'air ne participe pas à la combustion. Déterminer, en s'aidant, si nécessaire, d'un tableau d'évolution du système:
 - a) l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant;
 - b) la composition molaire de l'état final du système.
- 3) Répondre aux mêmes questions lorsque l'expérience est effectuée à partir d'un second système qui, dans l'état initial, est constitué de 0,50 mol de méthane, 2,00 mol de dioxygène, 8,00 mol de diazote et 0,50 mol de dioxyde de carbone .

45. Obtention du dichlore

Le dichlore peut être obtenu par action du dioxygène sur le chlorure d'hydrogène HCl ; il se forme également de l'eau.

- 1) Écrire l'équation de cette réaction avec les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles.
- 2) Quelle quantité de matière maximale de dichlore obtient-on, en utilisant 50,0 mol de HCl ? Quelle quantité de matière minimale de dioxygène est alors nécessaire?
- 3) On considère un système dont l'état initial est constitué de 150,0 L de dioxygène et de la quantité de matière de chlorure d'hydrogène, $n_O (HCl)$, nécessaire pour que le mélange soit stœchiométrique. Déterminer:

- a) n_{O} (HCl) et les quantités de matière de dichlore et d'eau obtenues.
- b) la masse et le volume de dichlore gazeux correspondant.

Donnée: V_m (gaz) = 25,0 L . mol⁻¹

46. Métallurgie du mercure

Le principal minéral de mercure est le cinabre HgS.

Le chauffage du cinabre dans le dioxygène de l'air, opération appelée grillage, conduit au dioxyde de soufre SO₂ et à la vapeur de mercure que l'on condense.

- 1) Rechercher dans un dictionnaire ce qu'est un minéral.
- 2) Écrire l'équation de grillage du cinabre.
- 3) On souhaite préparer ainsi $V = 1,00$ L de mercure liquide; quelle masse de cinabre convient-il de griller pour cela?
- 4) Quel est le volume de dioxyde de soufre alors obtenu?
- 5) Quel est le volume d'air nécessaire pour cette réaction?

Données:

Masse volumique du mercure liquide:

$$\rho = 13,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3},$$

Volume molaire des gaz $V_m = 24,0$ L . mol⁻¹.

L'air est constitué de quatre volumes de di azote et d'un volume de dioxygène.