

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'EDUCATION

Chimie

2 ème année de l'enseignement secondaire

Technologie de l'informatique

2



CHIMIE

2^{ème} année Technologie de l'informatique

Auteurs

AMAIMIA Abdelhamid	Inspecteur
MOSBAH Bechir	Inspecteur
AJILI Mohamed Tahar	Professeur Principal hors classe
KERROU Mongi	Professeur Principal hors classe

Evaluateurs

BOUJLEL Khaled	Professeur Universitaire
DHAHA Fadhel	Inspecteur Principal
MADDOURI Habib	Inspecteur Principal

Préface

Cet ouvrage , conforme au nouveau programme officiel de chimie , est destiné aux élèves de la deuxième année technologie de l'informatique. Il comporte trois parties :

- la première partie (cinq chapitres) est consacrée à la matière ;
- la deuxième partie (deux chapitres) traite les solutions aqueuses acides et basiques ;
- la troisième partie (deux chapitres), consacrée à la chimie organique , étudie les matières plastiques et leur impact sur l'environnement.

Tous les chapitres contiennent les mêmes rubriques :

- ◆ un **cours** bien détaillé et initiant l'élève à la pratique d'une démarche scientifique ;
- ◆ un **essentiel du cours** ;
- ◆ un **exercice résolu** avec des conseils de savoir faire ;
- ◆ des **exercices** nombreux et variés pour une intégration et une auto-évaluation ;
- ◆ un **document** portant sur une actualité scientifique, une réalisation industrielle importante ou un problème d'avenir. Il retrace parfois quelques moments de l'histoire des sciences et apporte un plus dans la culture générale de l'élève.

A la fin de l'ouvrage, nous proposons des réponses courtes aux exercices du manuel.

Dans la conception de ce manuel nous avons voulu présenter un savoir contextualisé et qui contribue à la construction d'un esprit scientifique chez l'élève.

Nous espérons que cet ouvrage réalise les fins auxquelles il a été destiné.

Les auteurs

POUR BIEN UTILISER



Le thème

Les différents chapitres du thème

Chapitre 1
UN MODELE DE DESCRIPTION DE L'ATOME

Chapitre 2
L'ELEMENT CHIMIQUE

Chapitre 3
UN MODELE DU CORTEGE ELECTRONIQUE

Chapitre 4
DES ATOMES AUX MOLECULES

Chapitre 5
TABLEAU DE CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS

Le titre du chapitre

Chapitre 1

LE pH DES SOLUTIONS AQUEUSES

Caractéristiques (mg/l)	التركيبية (ملي/ل)
Sels Totaux à 110°C	386 جملة الأملاح المعدنية
Calcium	48 الكالسيوم
Magnésium	28 المانيزيوم
Sodium	35 الصوديوم
Potassium	5 البوتاسيوم
Bicarbonates	143 البيكربونات
Sulfates	90 الكبريتات
Chlorures	46 الكلوريدات
Nitrates	21 النترات
Fluores	1,5 الفلوريدات
pH	7,9 الحموضة

Que signifie le terme pH, qui figure sur l'étiquette comportant le résultat des analyses d'une eau minérale ?

Le plan du chapitre

PLAN DU CHAPITRE

I - Notion de pH

II - Mesure du pH d'une solution

III - Classification des solutions aqueuses

IV - pH et concentration des solutions

PREREQUIS

OBJECTIFS

Les prérequis

Les objectifs

Le cours

COURS

Notion de pH

Mesure du pH d'une solution

Classification des solutions aqueuses

pH et concentration des solutions

VOTRE LIVRE

L'ESSENTIEL DU COURS

- Les solutions aqueuses acides et basiques conduisent le courant électrique ; elles renferment des ions ; on dit qu'elles ont un caractère ionique.
- Toutes les solutions aqueuses acides renferment des ions hydronium H_3O^+ .
- Toutes les solutions aqueuses basiques renferment des ions hydroxyde OH^- .
- Les solutions acides réagissent avec certains métaux en donnant du dihydrogène et des ions métalliques.
- Les solutions basiques attaquent plus ou moins facilement certains métaux comme l'aluminium et le zinc et n'attaquent pas d'autres métaux comme le fer et le cuivre.
- Les solutions acides réagissent avec le calcaire pour donner du dioxyde de carbone CO_2 et des ions calcium Ca^{2+} .
- En général les matières plastiques et le verre ne réagissent pas avec les solutions acides.
- En général les matières plastiques et le verre ne réagissent pas avec les solutions basiques diluées. Toutefois, les solutions basiques très concentrées peuvent réagir avec le Nylon et le verre.

Navigation : www.les-an-les-manuels.fr/bases_Physique/ManuActivites_pds/pds/presentation/acides/mis.pps
WWW.perso.univ-st-etienne.fr/~didier.hottel/tp/tp1.htm

Des adresses de sites Internet

Un exercice entièrement résolu

Les notions essentielles regroupées en fin du chapitre

Des conseils de résolution

EXERCICE RESOLU

ENONCE

On dispose d'une solution aqueuse (S) qui peut être acide ou basique. Pour déterminer la nature de cette solution on verse dans un tube à essais quelques millilitres de la solution (S) puis on y ajoute de la grenaille de zinc. Un dégagement de gaz se produit.

- Quel est le nom de ce gaz ? Comment peut-on l'identifier ?
- On filtre le contenu du tube puis on ajoute au filtrat une solution de soude. Un précipité blanc gélatineux apparaît.
 - Décrire le nom et la formule de ce précipité.
 - Identifier l'ion positif contenu dans le filtrat.
- La solution (S) est-elle acide ou basique ?
 - Ecrire l'équation chimique de la réaction de la solution (S) avec le zinc.

CONSEILS

Il est important que le zinc métallique réagisse bien avec les solutions acides ; lorsque les solutions basiques en donnent un dégagement de dihydrogène.

Il faut que les ions OH^- donnent un précipité avec les ions Zn^{2+} .

Il faut que les solutions acides réagissent avec le zinc pour donner des ions Zn^{2+} ; ainsi que les solutions basiques réagissent avec le zinc pour donner des ions Zn^{2+} .

SOLUTION

1- Les solutions acides ou basiques réagissent avec le zinc en donnant un dégagement de dihydrogène H_2 . Ce gaz est identifié par la observation qu'il produit un concert d'une flamme.

2- a) Le précipité blanc obtenu est l'hydroxyde de zinc de formule $Zn(OH)_2$.

b) Ce précipité résulte de la réaction entre les ions hydroxyde OH^- apportés par la solution de soude et les ions Zn^{2+} contenus dans le filtrat.

3- a) Les solutions acides réagissent avec le zinc métallique pour donner, entre autres, des ions Zn^{2+} . Puisque le filtrat contient des ions Zn^{2+} alors la solution (S) est une solution acide.

b) L'équation chimique de la réaction de la solution acide (S) avec le zinc est :



EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

- REPRENDRE PAR VRAI OU FAUX
- Une solution diluée d'acide nitrique ne conduit pas le courant électrique.
 - Une solution aqueuse conductrice de courant électrique contient nécessairement des ions.
 - Les solutions acides contiennent des ions hydronium H_3O^+ .
 - Les solutions basiques contiennent des ions hydroxyde OH^- .
 - Les solutions acides réagissent avec les métaux en donnant un dégagement de dihydrogène.
 - Une solution de soude réagit avec l'aluminium en donnant un gaz qui trouble l'eau de chaux.
 - Les solutions acides réagissent avec les matières plastiques et sont sans action sur le calcaire.
 - Le Nylon est attaqué par les solutions acides et basiques.
 - Un charbon actif permet d'éliminer le dépôt calcaire dans les canalisations.
 - Une solution très concentrée de soude peut réagir avec le verre.

Q.C.M.

Choisissez la bonne réponse

Q.C.M. N° 1

Une solution acide ou basique conduit le courant électrique car elle :

- ne contient que des molécules ;
- contient des ions ;
- est homogène.

Q.C.M. N° 2

Une solution d'acide chlorhydrique réagit avec le fer en donnant un gaz qui :

- trouble l'eau de chaux ;
- provoque une détonation en présence d'une flamme ;
- se colore une bûchette ne présentant qu'un point rouge.

Q.C.M. N° 3

Pour débiter le serpentin d'un chauffe-eau à gaz un plombier utilise une solution diluée d'acide chlorhydrique. Le métal qui constitue le serpentin est en :

- aluminium ;
- fer ;
- zinc.

Q.C.M. N° 4

Dans un laboratoire, il est conseillé de ne pas porter une blouse en Nylon car celui-ci est :

- imperméable ;
- attaqué par les solutions acides et basiques ;
- transparent.

Q.C.M. N° 5

Une solution acide réagit avec le verre en donnant un gaz qui :

- trouble l'eau de chaux ;
- se provoque une détonation en présence d'une flamme ;
- se colore une bûchette.

115

Des exercices de difficultés diverses

Un document scientifique

EXERCICE DOCUMENTAIRE

Les emballages plastiques : un facteur de progrès

UNE SECURITE TOTALE POUR LE CONSOMMATEUR

Grâce à l'évolution des emballages et au développement du conditionnement aseptique, le consommateur est aujourd'hui beaucoup mieux protégé contre les risques d'infections alimentaires. Les emballages plastiques ont apporté une contribution importante et diversifiée à la bonne conservation et à la préservation des qualités des produits. Ils représentent indéniablement un facteur positif d'amélioration de la sécurité et de la qualité de vie des consommateurs.



Une utilisation principale : l'emballage alimentaire

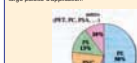
Quantité d'emballages par habitant et par an



Les emballages : un indicateur de niveau de vie

LA PART DES MATIERES PLASTIQUES

L'emballage est le principal débouché des matières plastiques. Le dynamisme du secteur de l'emballage plastique s'explique par le grand volume de matières plastiques qui offrent une large palette d'applications.



Un exercice documentaire

DOCUMENT

LES PLUIES ACIDES

FORMATION

Dans l'atmosphère, il y a de la vapeur d'eau ainsi que d'autres gaz. Par refroidissement dans la haute atmosphère, l'eau se liquéfie et agit comme solvant. Les gaz d'origine naturelle (volcaniques) ou industrielle et domestique se dissolvent plus ou moins dans l'eau. Par exemple la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau de pluie donne une eau de pH égal à 5 ou 6 ; l'acide qui peut encore diminuer avec la dissolution des oxydes de soufre SO_2 et SO_3 et des oxydes d'azote.

Pluies, brumelles, grêle, neige et glace sont ainsi de véritables solutions d'acides sulfuriques, nitriques, chlorhydriques ou autres, même si elles sont très diluées.

ACTION SUR LES PLANTES EN SURFACE

En altitude les bruyellards acides stagnants déforment les aiguilles des conifères (sapins, mélèzes). Ce phénomène est très remarquable à l'Est et au Nord de l'Europe.



ACTION SUR LES SOLS

Les eaux acides infiltrées réagissent avec les sols non calcaires contenant des traces de métaux (aluminium, plomb, etc.) en produisant des produits toxiques qui se retrouvent dans la chaîne alimentaire (poissons).



LA MATIERE

Chapitre 1



UN MODELE DE DESCRIPTION DE L'ATOME

Chapitre 2



L'ELEMENT CHIMIQUE

Chapitre 3



UN MODELE DU CORTEGE ELECTRONIQUE

Chapitre 4



DES ATOMES AUX MOLECULES

Chapitre 5

Lu	La	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
1	2																
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII										
H																	He
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108

TABLEAU DE CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS

Chapitre 1

UN MODELE DE DESCRIPTION DE L'ATOME



Accélérateur de particules

Le noyau a des dimensions de l'ordre du fermi (10^{-15} m).

Malgré sa petitesse on peut déterminer sa composition par des expériences utilisant les accélérateurs de particules.

Par quoi est constitué le noyau ?

Plan du chapitre

I - Les constituants du noyau

- I-1- Les protons
- I-2- Les neutrons

II- Les électrons

III- Les noyaux sont-ils tous identiques ?

- III-1- Exemples
- III-2- Caractéristiques d'un noyau
- III-3- Symbole d'un noyau

IV- Vérification de l'électroneutralité d'un atome

PREREQUIS

- ◇ Structure lacunaire de la matière
- ◇ Constituants de l'atome (noyau, électrons)
- ◇ Electroneutralité de l'atome
- ◇ Charge élémentaire

OBJECTIFS

- ◇ Citer les constituants du noyau.
- ◇ Vérifier l'électroneutralité d'un atome.
- ◇ Utiliser le symbole A_ZX pour symboliser un noyau.

Pendant plus de deux milles ans on a cru avec Démocrite (philosophe grec) que l'atome était la plus petite particule de la matière.

En 1897 J.J. Thomson (physicien anglais) découvre un des constituants de l'atome : l'électron.

En 1911 E. Rutherford (physicien anglais) met en évidence la structure lacunaire de l'atome et découvre l'autre constituant de l'atome : le noyau.

De ce qui précède on en déduit que l'atome est formé par :

- un noyau chargé d'électricité positive ;
- des électrons chargés d'électricité négative en mouvement autour du noyau.

L'atome, renfermant plus d'un constituant, n'est pas une particule élémentaire.

L'atome est constitué essentiellement de vide.



Rutherford

Retenons



L'atome n'est pas une particule élémentaire.

I - Les constituants du noyau

Un noyau est constitué de particules appelées **nucléons**. Certains de ces nucléons sont chargés d'électricité positive ; ce sont **les protons**. Les autres sont électriquement neutres ; ce sont **les neutrons**.

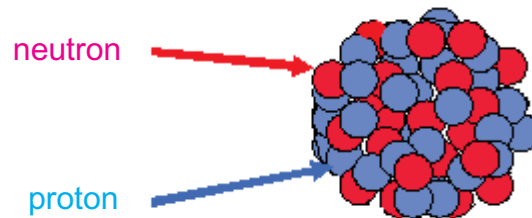


Schéma du noyau d'un atome

Le noyau, constitué de protons et de neutrons, n'est pas une particule élémentaire.

Retenons



Le noyau est formé par des protons et des neutrons.

I-1 - Les protons

Le proton a été mis en évidence par E.Rutherford vers 1910. Le proton a :

- une masse m_p égale à $m_p = 1,6727 \times 10^{-27} \text{ kg}$;
- une charge électrique q_p positive égale à la charge élémentaire e
 $q_p = e = + 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$.

I-2 - Les neutrons

Le neutron a été découvert par James Chadwick, chercheur britannique, en 1932. Le neutron a :

- une masse $m_p = 1,6747 \times 10^{-27} \text{ kg}$;
- une charge électrique q_n nulle : $q_n = 0 \text{ C}$.

Remarque

Pour des calculs peu précis on peut considérer que le proton et le neutron ont des masses sensiblement égales.

II - Les électrons

Les électrons d'un atome se déplacent à grande vitesse autour du noyau.

Tous les électrons sont identiques quelque soit la nature de l'atome : **l'électron est une particule universelle.**

L'électron porte une charge électrique q_e négative égale à l'opposée de la charge élémentaire e .

$$q_e = -e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}.$$

Il a une masse $m_e = 9,108 \times 10^{-31} \text{ kg}$. Cette masse est environ 1836 fois plus faible que celle du proton.

Remarque

La masse de l'électron est négligeable devant celle d'un nucléon ; donc la masse des électrons d'un atome est négligeable devant celle du noyau et par suite la masse d'un atome est pratiquement égale à la masse de son noyau. Ce résultat peut être confirmé en calculant le quotient $\frac{\text{masse du noyau}}{\text{masse des électrons}}$


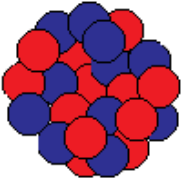
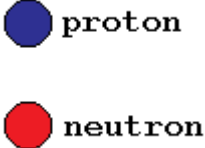
pour l'atome de carbone formé par 6 électrons et un noyau contenant 6 protons et 6 neutrons, on trouve :

$$\frac{\text{masse du noyau}}{\text{masse des électrons}} = \frac{12 \times 1,67 \times 10^{-27}}{6 \times 9,1 \times 10^{-31}} = 36700$$



III - Les noyaux sont-ils tous identiques ?

III-1 - Exemples :

Noyau (I)	Noyau (II)	
		
Noyau d'un atome d'hélium	Noyau d'un atome de sodium	

Le noyau (I) de l'atome d'hélium, constitué de 2 protons et de 2 neutrons, renferme 4 nucléons.

Le noyau (II) de l'atome de sodium, constitué de 11 protons et de 12 neutrons, renferme 23 nucléons.

Ces deux noyaux diffèrent par leurs nombres de protons et leurs nombres de neutrons, alors ils ne sont pas identiques.

Retenons



Les noyaux ne sont pas tous identiques.

III-2 - Caractéristiques d'un noyau

Un noyau est caractérisé par :

- son nombre de protons appelé **nombre de charge** et noté **Z** ;
- son nombre de nucléons appelé **nombre de masse** et noté **A**.

Un noyau renfermant Z protons a une charge électrique $Q = Z.e$. Sa charge, exprimée en charge élémentaire, est alors égale à Z : c'est pour cette raison que Z est appelé nombre de charge.

La masse m_p du proton étant sensiblement égale à la masse m_n du neutron ($m_p \approx m_n \approx m_{\text{nucléon}}$). La masse m d'un noyau renfermant A nucléons est alors pratiquement égale à $m \approx A \cdot m_{\text{nucléon}} \approx A \times 1,67 \times 10^{-27}$ kg.

La masse du noyau, exprimée en masse de nucléon, est égale à A ; c'est pour cette raison que A est appelé nombre de masse.

Remarque

Le nombre de neutrons, noté N , dans un noyau est égal à la différence entre son **nombre de charge** Z et son **nombre de masse** A :

$$N = A - Z$$

Retenons



Un noyau est caractérisé par :

- ❖ son **nombre de charge** Z qui est égal au nombre de protons ;
- ❖ son **nombre de masse** A qui est égal au nombre de nucléons.

III-3 - Symbole d'un noyau

On symbolise un noyau par :



avec

$\left\{ \begin{array}{l} A : \text{nombre de masse du noyau} \\ Z : \text{nombre de charge du noyau} \\ X : \text{symbole de l'atome correspondant} \end{array} \right.$

Exemples

Noyau de l'atome (X)	Nombre de charge Z	Nombre de masse A	Symbole
Hydrogène (H)	1	1	${}^1_1\text{H}$
Carbone (C)	6	12	${}^{12}_6\text{C}$
Carbone (C)	6	14	${}^{14}_6\text{C}$
Argon (Ar)	18	40	${}^{40}_{18}\text{Ar}$
Potassium (K)	19	40	${}^{40}_{19}\text{K}$

Remarque

Un atome peut-être aussi symbolisé par ${}^A_Z\text{X}$ comme son noyau.

Retenons



Le noyau d'un atome X de nombre de charge Z et de nombre de masse A est symbolisé par ${}^A_Z\text{X}$.

IV - Vérification de l'électronneutralité d'un atome

Soit un atome de nombre de charge Z :

- son noyau contient Z protons ayant chacun une charge électrique +e. Sa charge totale est $Q_{\text{noyau}} = + Z.e$;
- son cortège électronique comporte Z électrons ayant chacun une charge électrique -e. Sa charge électrique totale est $Q_{\text{électrons}} = - Z.e$.

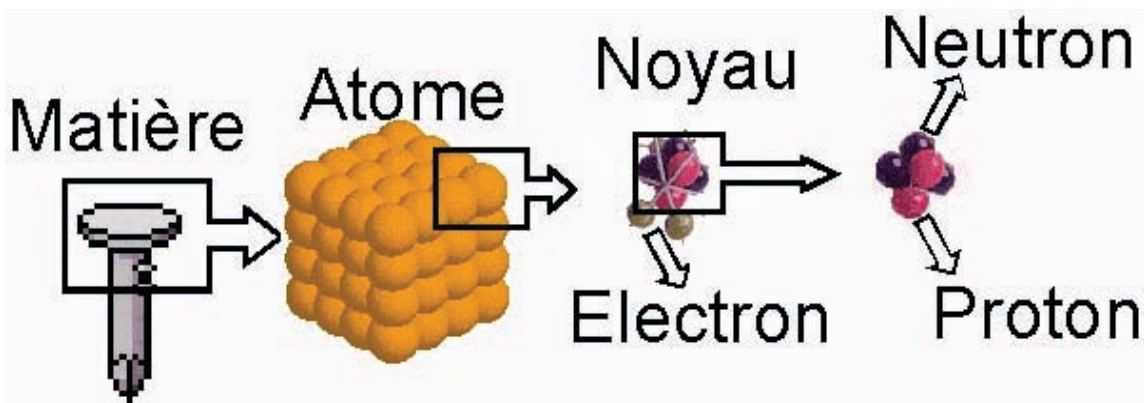
La charge électrique totale de l'atome est :

$$Q_{\text{atome}} = Q_{\text{noyau}} + Q_{\text{électrons}} = + Z.e + (- Z.e) = 0$$

Ce qui vérifie l'électronneutralité d'un atome.

L'ESSENTIEL DU COURS

- L'atome est formé par :
 - ⊛ un noyau chargé d'électricité positive ;
 - ⊛ des électrons, chargés d'électricité négative, en mouvement autour du noyau.
- Le noyau est constitué de nucléons : protons et neutrons.
- Le nombre de charge Z d'un noyau est égal au nombre de protons.
- Le nombre de masse A d'un noyau est égal au nombre de nucléons.
- Le noyau d'un atome X de nombre de charge Z et de nombre de masse A est symbolisé par A_ZX .



<http://membres.lycos.fr/stefg1971/atome/atome.htm>

<http://voyage.in2p3.fr/atome.html>

<http://membres.lycos.fr/veloclub/sagas/atome/>

<http://assodis.free.fr/mat.html>

<http://www.cea.fr/fr/pedagogie/Atome/index.html>

EXERCICE RESOLU

ENONCE

On considère un atome de chlore (Cl) dont le noyau contient $N=20$ neutrons. La charge totale de ses électrons est $Q_e = -27,2 \cdot 10^{-19}$ C.

- 1- Combien d'électrons renferme cet atome ?
- 2- Déterminer :
 - a) le nombre de charge ;
 - b) le nombre de masse.
- 3- Donner le symbole du noyau de cet atome de chlore.

On donne la charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

CONSEILS

► Utiliser la relation donnant la charge totale des électrons en fonction du nombre d'électrons et de la charge élémentaire.

► Connaître que dans un atome on a autant de protons que d'électrons.

SOLUTION

- 1- Soit n le nombre d'électrons que contient l'atome de chlore considéré. La charge d'un électron est égale à $-e$. La charge totale des électrons est alors :

$$Q_e = n \cdot (-e) \Rightarrow n = \frac{Q_e}{-e}$$

$$\text{A.N : } n = \frac{-27,2 \cdot 10^{-19}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 17$$

$$n = 17.$$

- 2- a) Dans l'atome de chlore, comme dans tout autre atome, on a autant de protons dans le noyau que d'électrons autour du noyau, donc

$$Z = 17.$$

- b) Le nombre de masse A de l'atome de chlore considéré est :

$$A = Z + N$$

$$\text{A.N : } A = 17 + 20 = 37$$

$$A = 37.$$

- 3- Le symbole du noyau de l'atome de chlore considéré est :



EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

- 1) Le noyau est une particule élémentaire.
- 2) La masse du proton est très différente de celle du neutron.
- 3) Le noyau de l'atome ne contient que des protons.
- 4) La charge électrique du proton et celle de l'électron sont égales.
- 5) La masse de l'électron et celle du neutron sont sensiblement égales.
- 6) Dans un atome le nombre de protons est toujours égal au nombre d'électrons.
- 7) La masse du proton est nettement supérieure à celle de l'électron.
- 8) Le symbole d'un atome X de nombre de charge Z et de nombre de masse A est ${}^Z_A X$.
- 9) Le nombre de neutrons d'un noyau est $N = A - Z$.
- 10) L'atome est électriquement neutre.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse

Q.C.M. N° 1

Le noyau de l'atome contient des :

- a) protons seulement ;
- b) électrons seulement ;
- c) électrons et des protons ;
- d) protons et des neutrons.

Q.C.M. N° 2

Les neutrons ont une charge électrique :

- a) positive ;
- b) négative ;
- c) nulle.

Q.C.M. N° 3

Un atome de magnésium de symbole ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ contient un nombre d'électrons :

- a) égal à 24 ;
- b) compris entre 12 et 24 ;
- c) égal à 12.

Q.C.M. N° 4

Le nombre d'électrons d'un atome de sodium ${}^{23}_{11}\text{Na}$ est :

- a) 23 ;
- b) 12 ;
- c) 11.

Q.C.M. N° 5

Parmi les constituants de l'atome, deux ont sensiblement la même masse :

- a) l'électron et le proton ;
- b) le neutron et le proton ;
- c) le neutron et l'électron.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) Un atome est constitué d'unchargé.....et d'..... chargés en mouvement autour du noyau. Un atome a une charge globale On dit qu'il est
- 2) Le noyau d'un atome est constitué deet deLes neutrons ont une charge électrique tandis que les protons ont une charge électrique
- 3) Dans un atome le nombre de est égal au nombre d'électrons.

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

Déterminer la composition en protons, neutrons et électrons des atomes de fluor, de phosphore, de béryllium, de chrome et de sodium, symbolisés respectivement par :



Exercice n° 2

Reproduire et compléter le tableau suivant :

Symbole de l'atome	Symbole du noyau	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
B			6	5
	${}^{25}_{12}\text{Mg}$			
Na		11	12	

Exercice n° 3

On considère un atome dont le noyau contient 30 neutrons. La charge totale de ses électrons est égale à -4.10^{-18} C.

- 1) Combien d'électrons renferme cet atome ?
- 2) Déterminer son numéro atomique.
- 3) En déduire son nombre de masse.

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 4

On considère un atome dont le noyau porte une charge de $20,8 \times 10^{-19}$ C. La masse de cet atome est de $45,09 \times 10^{-27}$ kg.

- Déterminer :
 - le numéro atomique de cet atome ;
 - le nombre de nucléons qu'il renferme.
- Déduire les nombres de protons, de neutrons et d'électrons de cet atome.
- Identifier l'atome considéré puis donner le symbole de son noyau.

On donne :

- la charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ;
- la masse d'un proton \approx la masse du neutron $\approx 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.

Atome	Nombre d'électrons
Chlore	17
Aluminium	13
Oxygène	8
Hydrogène	1

On supposera que la masse de l'atome est pratiquement égale à celle de son noyau.

Exercice n° 5

On considère l'atome de symbole ${}^A_Z X$.

- Soit m la masse de cet atome, m_p la masse du proton, m_n la masse du neutron et m_e la masse de l'électron. Exprimer m en fonction de m_p , m_n , m_e , A et Z .
- En utilisant des approximations qu'on précisera, trouver une expression simplifiée de m . Pourquoi A désigne-t-il le nombre de masse ?

EXERCICE DOCUMENTAIRE

La structure de l'atome

“Lorsque j’entrais au laboratoire dirigé par Joliot Curie au collège de France, la connaissance que j’avais de la structure de la matière ne devait guère dépasser celle acquise par un lycéen abonné à de bonnes revues de vulgarisation. Je les résume rapidement : la matière est composée d’atomes, eux-mêmes constitués de noyaux entourés d’un cortège d’électrons. Les noyaux portent une charge électrique positive qui est de même valeur et de signe opposé à la charge des électrons qui gravitent autour du noyau. La masse d’un atome est concentrée dans le noyau (...).

Le noyau de l’hydrogène, ou proton, porte une charge électrique positive. Celui-ci a un compagnon, le neutron, qui est neutre électriquement et a sensiblement la même masse. Tous deux s’associent de façon très compacte pour constituer les noyaux qui sont au cœur des atomes peuplant notre univers. Ils s’entourent d’un cortège d’électrons dont la charge compense exactement celle des protons. En effet, la matière est neutre, sinon elle exploserait en raison de la répulsion qu’exercent l’une sur l’autre des charges de même signe, positif ou négatif. Il faut avoir en tête l’échelle des dimensions. Le diamètre d’un atome est voisin d’un centième de milliardième de centimètre. Celui d’un noyau est cent mille fois plus petit. On voit donc que presque toute la masse d’un atome est concentrée en un noyau central et que, loin sur la périphérie, se trouve un cortège qui est fait de particules de charge électrique négative, les électrons. C’est ce cortège seul qui gouverne le contact des atomes entre eux et donc tous les phénomènes perceptibles de notre vie quotidienne, tandis que les noyaux, tapis au cœur des atomes en constituent la masse”.

Extrait du livre “*La vie à fil tendu*” de Georges CHARPAK.

Questions

- 1) Quelles sont les deux parties principales d'un atome ?
- 2) Reproduire et compléter le tableau suivant :

Particules citées dans le texte			
Où les trouve-t-on ? (atome-noyau)			
Quelle est leur charge électrique ?			
Quelle est leur masse ?			

- 3) Comparer la masse d'un nucléon à celle d'un électron. Que peut-on conclure quant à la répartition de la masse dans l'atome ?
- 4) Quelles sont les tailles approximatives du noyau et de l'atome ?
- 5) Comparer la charge des électrons à celle des protons de l'atome.

DOCUMENT

Le noyau et ses constituants

Pour percer les secrets de l'atome, les physiciens bombardent la matière par des particules α (noyaux d'hélium) accélérées.

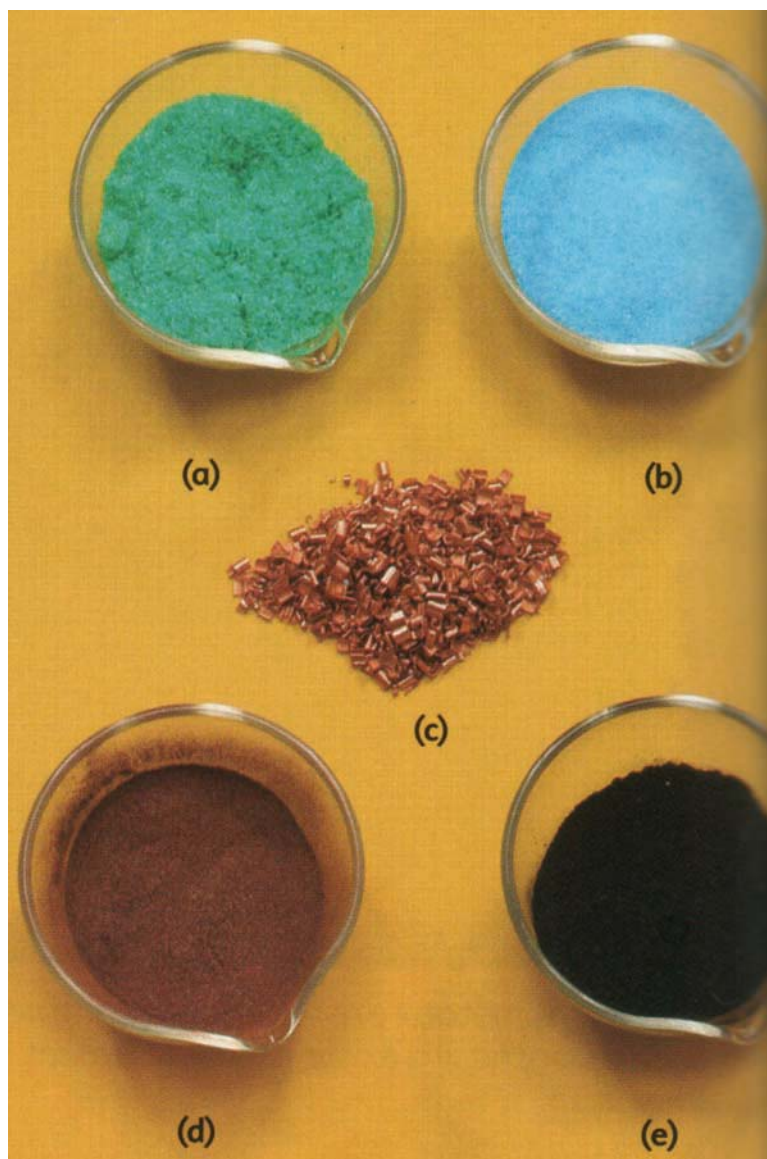
En 1911, Ernest Rutherford, professeur à l'université de Manchester, bombarda une feuille mince d'or par des particules α . Un écran est placé à l'arrière pour percevoir les résultats. L'expérience montre qu'une grande partie des particules α traversent la feuille d'or sans subir de déviation, mais quelques unes (en nombre extrêmement faible) de ces particules sont déviées. Pour interpréter ces observations, Rutherford admet l'existence d'un **noyau** minuscule qui contient pratiquement toute la masse de l'atome et qui est entouré d'un **nuage d'électrons** très légers.

En 1911, le physicien anglais Henry Mosley fit la démonstration que chaque atome possède un noyau ayant une charge électrique de valeur bien particulière. La même année, Rutherford émet l'hypothèse que le noyau tirait sa charge électrique positive d'un certain nombre de particules, ayant toutes une charge identique positive. Ces particules seront appelées **protons**. Mais est-ce que le noyau est constitué uniquement de protons ?

En 1930, deux physiciens allemands, Walter Bothe et Herbert Becker, bombardèrent du béryllium avec des noyaux d'hélium. Ils constatèrent l'émission d'un rayonnement étrange qui a les particularités de traverser une certaine épaisseur de matière et de transmuter certains noyaux atomiques. En 1935, James Chadwick (prix Nobel de physique en 1935) montra que ce rayonnement est constitué de **neutrons**.

Chapitre 2

L'ELEMENT CHIMIQUE



La photo ci-dessus représente des échantillons de chlorure de cuivre (II) (a), de nitrate de cuivre (II) (b), de copeaux de cuivre métallique (c), de cuivre en poudre (d) et d'oxyde de cuivre (II) (e).

Ces échantillons, d'aspects très différents, ont-ils quelque chose de commun ?

Plan du chapitre

I - Exemples d'éléments chimiques

- I-1- Le cuivre dans tous ses états
- I-2- Le sodium dans tous ses états

II- Qu'est-ce qui caractérise un élément chimique ?

III- Définition d'un élément chimique

IV- Symbole d'un élément chimique

V- Isotopes

- V-1- En quoi consiste l'enrichissement de l'uranium ?
- V-2- Définition d'un isotope

VI- Y a-t-il conservation de l'élément chimique au cours d'une réaction chimique ?

- VI-1- Combustion du carbone dans le dioxygène
- VI-2- Réaction entre le fer et une solution d'acide chlorhydrique
- VI-3- Réaction entre une solution de chlorure de fer (III) et une solution de soude
- VI-4- Conclusion
- VI-5- Application : les cycles naturels du carbone et de l'azote.

PREREQUIS

- ◇ Symbole d'un atome, d'un ion simple et d'un noyau
- ◇ Formule d'une molécule ou d'un ion polyatomique
- ◇ Caractéristiques d'un noyau

OBJECTIF

Interpréter une suite de réactions chimiques en terme de conservation d'un élément.

I - Exemples d'éléments chimiques

I-1 - Le cuivre dans tous ses états

Considérons des échantillons de cuivre, d'oxyde de cuivre (II) et de sulfate de cuivre (II).

- Le cuivre est un métal solide rouge. C'est un excellent conducteur de la chaleur et de l'électricité.
- L'oxyde de cuivre (II) se présente sous forme de poudre noire.
- Le sulfate de cuivre (II) se présente sous forme de cristaux de couleur bleue lorsqu'il est hydraté.

On constate que ces trois substances ont des aspects macroscopiques différents. Ont-ils quelque chose en commun ?



Des échantillons de cuivre, d'oxyde de cuivre (II) et de sulfate de cuivre (II)

Expérience

Présentons à la flamme d'un bec Bunsen des copeaux de cuivre puis des cristaux d'oxyde de cuivre (II) et enfin des cristaux de sulfate de cuivre (II).

Observation

Une coloration verte apparaît à travers la flamme du bec Bunsen avec chacune des substances précédentes.

Interprétation

L'obtention de la coloration verte avec chacune des substances précédentes prouve qu'elles ont quelque chose en commun.

L'analyse chimique de ces substances montre qu'elles contiennent toutes du cuivre.

Le cuivre, commun à ces substances, est appelé **élément chimique**.



En présence de cuivre, une coloration verte apparaît à travers la flamme du bec Bunsen.

I-2 - Le sodium dans tous ses états

Considérons des échantillons de sodium et de chlorure de sodium.

- Le sodium est un métal malléable de couleur jaune pâle.
- Le chlorure de sodium (appelé aussi sel de cuisine) est un solide blanc qui se présente sous forme de cristaux. Il est très soluble dans l'eau.

Expérience

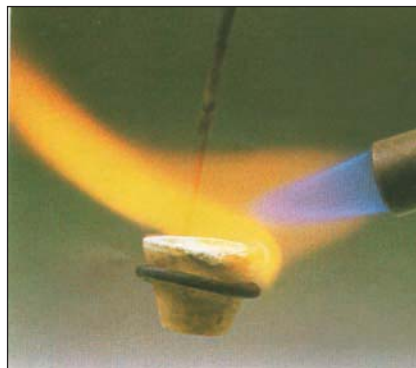
Présentons à la flamme d'un bec Bunsen du sodium puis du chlorure de sodium.

Observation

Une coloration jaune apparaît à travers la flamme du bec Bunsen avec chacune des substances précédentes.

Interprétation

L'obtention d'une coloration jaune avec chacune des substances précédentes prouve qu'elles renferment un élément commun : **l'élément sodium**.



En présence de sodium, une coloration jaune apparaît à travers la flamme du bec Bunsen.

Remarque

Au cours de cette expérience il faut éviter de mettre le sodium en contact avec l'eau car celui-ci réagit violemment avec l'eau en produisant le dihydrogène qui est un gaz inflammable.

II - Qu'est-ce qui caractérise un élément chimique ?

- Un ion Cu^{2+} a deux électrons de moins que l'atome de cuivre. Comme Cu et Cu^{2+} correspondent au même élément cuivre alors l'élément cuivre ne peut pas être caractérisé par le nombre d'électrons car ce nombre est variable.
- Les atomes d'un échantillon de cuivre ont des noyaux qui n'ont pas le même nombre de neutrons (ce nombre peut être égal à 34 ; 35 ou 36) ; donc l'élément cuivre ne peut être caractérisé ni par le nombre de neutrons ni par le nombre de masse.
- Un ion Cu^{2+} et un atome Cu ont par contre le même nombre de protons ($Z=29$). Celui-ci caractérise donc l'élément cuivre.
- Un atome de sodium Na et un ion sodium Na^+ ont le même nombre de protons ($Z=11$). Celui-ci caractérise donc l'élément sodium.

Retenons



Un élément chimique est caractérisé par son nombre de charge Z.

III - Définition d'un élément chimique

Retenons



Un élément chimique correspond à l'ensemble des atomes ou des ions ayant le même nombre de protons Z.

Exemples

- ⚙ Le fer (Fe), l'oxyde de fer (III) (Fe_2O_3), le sulfate de fer (II) (FeSO_4), le sulfure de fer (FeS) et l'hydroxyde de fer(III) ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), renferment tous l'élément fer.
- ⚙ Le diamant (C), le gaz carbonique (CO_2), le glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) et le carbonate de calcium (CaCO_3) renferment tous l'élément carbone.

Remarque

Il existe à ce jour une centaine d'éléments chimiques. Les éléments qui ont un numéro atomique $Z \leq 92$ sont naturels. Les autres sont artificiels.

IV - Symbole d'un élément chimique

Un élément chimique est représenté par le symbole de ses atomes.

Exemples

Nom de l'élément	Numéro atomique Z	Symbole de l'élément
Hydrogène	1	H
Carbone	6	C
Oxygène	8	O
Aluminium	13	Al
Chlore	17	Cl
Fer	26	Fe
Cuivre	29	Cu
Or	79	Au

V - Isotope

V-1 - Qu'est-ce que l'uranium enrichi ?

Considérons un échantillon d'uranium naturel. L'expérience montre que ses atomes n'ont pas tous la même masse. Cette différence de masse est due nécessairement à la différence du nombre de neutrons N présents dans leurs noyaux. Les noyaux d'uranium, ayant des nombres de neutrons différents, sont appelés **isotopes de l'élément uranium**.

L'uranium possède trois isotopes naturels : ${}_{92}^{234}\text{U}$, ${}_{92}^{235}\text{U}$ et ${}_{92}^{238}\text{U}$ dont deux sont en proportions très faibles :

Isotope	${}_{92}^{234}\text{U}$	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{92}^{238}\text{U}$
Proportion	0,006 %	0,714 %	99,280 %

L'enrichissement de l'uranium naturel a pour but d'augmenter la proportion de l'isotope ${}_{92}^{235}\text{U}$ à 2% au moins car celui-ci présente un intérêt sur le plan énergétique.

V-2 - Définition d'un isotope

Retenons



Les isotopes d'un élément chimique sont les noyaux ayant le même nombre de protons Z et des nombres de neutrons N différents.

Exemples

Dans le tableau suivant on donne les isotopes naturels de quelques éléments chimiques et leurs proportions.

Elément	Isotopes naturels	Proportion
Hydrogène (H)	${}^1_1\text{H}$	99,985 %
	${}^2_1\text{H}$	0,015 %
	${}^3_1\text{H}$	traces
Oxygène (O)	${}^{16}_8\text{O}$	99,76 %
	${}^{17}_8\text{O}$	0,04 %
	${}^{18}_8\text{O}$	0,20 %
Chlore (Cl)	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	75,77 %
	${}^{37}_{17}\text{Cl}$	24,23 %
Carbone (C)	${}^{12}_6\text{C}$	98,90 %
	${}^{13}_6\text{C}$	1,10 %
	${}^{14}_6\text{C}$	traces

Remarques

- Dans la nature, la plupart des éléments chimiques existent sous forme d'un mélange d'isotopes dont les proportions sont pratiquement indépendantes de l'origine de l'échantillon étudié.
- Pour différencier les isotopes d'un élément chimique, on ajoute au nom de l'élément le nombre de nucléons contenus dans le noyau : on parle alors du carbone 12, du carbone 13 et du carbone 14.

- Les isotopes ont les mêmes propriétés chimiques puisqu'ils ont le même nombre d'électrons mais ils ont des propriétés physiques légèrement différentes.
- La masse molaire d'un élément constitué de plusieurs isotopes est la moyenne pondérée des masses molaires de ses isotopes.

Exemple

Pour le cuivre on a ${}_{29}^{63}\text{Cu}$ et ${}_{29}^{65}\text{Cu}$ avec les proportions respectives de 69,17% et 30,83%. Les masses molaires atomiques du cuivre ${}_{29}^{63}\text{Cu}$ et du cuivre ${}_{29}^{65}\text{Cu}$ sont respectivement 63 et 65 g mol⁻¹. La masse molaire de l'élément cuivre est alors :

$$M = \frac{69,17 \times 63}{100} + \frac{30,83 \times 65}{100} = 63,546 \text{ g.mol}^{-1}$$

VI - Y a-t-il conservation de l'élément chimique au cours d'une réaction chimique ?

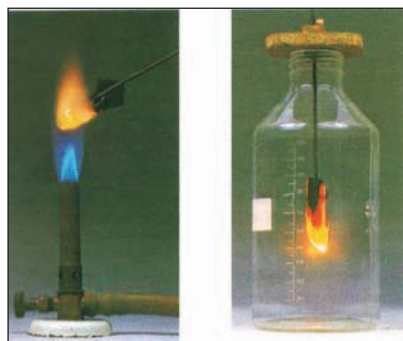
VI-1 - Combustion du carbone dans le dioxygène

Expérience

A l'aide de la flamme d'un bec Bunsen, portons au rouge un morceau de charbon (C) puis introduisons le dans un flacon contenant du dioxygène pur.

Observation

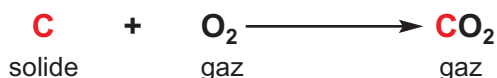
Le charbon brûle avec une flamme vive. Il se forme un gaz incolore soluble dans l'eau et qui trouble l'eau de chaux.



Combustion du charbon dans le dioxygène.

Interprétation

Le gaz soluble dans l'eau et qui trouble l'eau de chaux est le dioxyde de carbone (CO₂). La réaction entre le charbon (C) et le dioxygène donne alors du dioxyde de carbone selon :



L'analyse quantitative montre qu'au cours de cette réaction l'élément carbone, présent comme réactif (C), est aussi présent dans le produit (CO₂) de la réaction. Il en est de même pour l'élément oxygène qui se retrouve dans le produit (CO₂) de la réaction.

VI-2 - Réaction entre le fer et une solution d'acide chlorhydrique

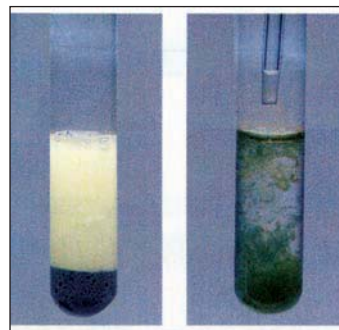
Expérience

Dans un tube à essais contenant du fer en poudre, versons quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique.

Observation

Le fer disparaît progressivement et la réaction provoque un dégagement de gaz qui produit une petite détonation en présence d'une flamme.

La solution obtenue donne un précipité vert en présence d'une solution de soude.



Réaction de l'acide chlorhydrique avec le fer

Interprétation

Le gaz qui produit une petite détonation est le dihydrogène (H_2).

Le précipité vert est l'hydroxyde de fer (II) ($Fe(OH)_2$). Sa formation prouve que la réaction entre le fer et la solution d'acide chlorhydrique donne des ions fer (II) (Fe^{2+}).

L'équation chimique de la réaction entre le fer et la solution d'acide chlorhydrique est :



Au cours de cette réaction l'élément fer, présent comme réactif (Fe), est aussi présent en solution comme produit de la réaction sous forme d'ions (Fe^{2+}).

VI-3 - Réaction entre une solution de chlorure de fer (III) et une solution de soude

Expérience

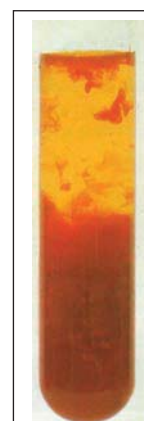
Versons goutte à goutte une solution de soude sur une solution de chlorure de fer (III) contenue dans un tube à essais.

Observation

Il se forme un précipité de couleur rouille.

Interprétation

L'analyse chimique du précipité obtenu montre qu'il s'agit de l'hydroxyde de fer (III) : $Fe(OH)_3$. Ce composé résulte de la réaction entre les ions Fe^{3+} et les ions OH^- contenus dans la solution de soude.



Précipité rouille d'hydroxyde de fer (III)

L'équation chimique de la réaction est :



Au cours de cette réaction l'élément fer, présent comme réactif (Fe^{3+}), est aussi présent dans l'un des produits de la réaction (Fe(OH)_3).

VI-4 - Conclusion

Au cours des réactions chimiques précédentes il y a conservation des éléments carbone, fer et aussi de tous les autres éléments : oxygène, hydrogène, sodium et chlore.

Retenons



Au cours d'une réaction chimique les éléments chimiques se conservent.

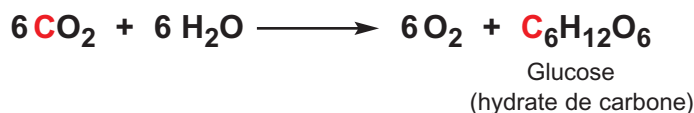
VI-5 - Application : les cycles naturels du carbone et de l'azote

Les cycles naturels du carbone et de l'azote permettent d'expliquer la conservation de ces éléments au cours des différentes transformations qui se produisent à l'état naturel.

VI-5-a - Le cycle du carbone

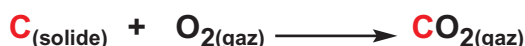
Quelle est l'origine de l'élément carbone dans le bois d'un arbre ?

- Au cours de la photosynthèse (réaction se faisant en présence de lumière), les plantes chlorophylliennes prélèvent du dioxyde de carbone dans leur environnement et l'utilisent pour élaborer du glucose (hydrate de carbone) :

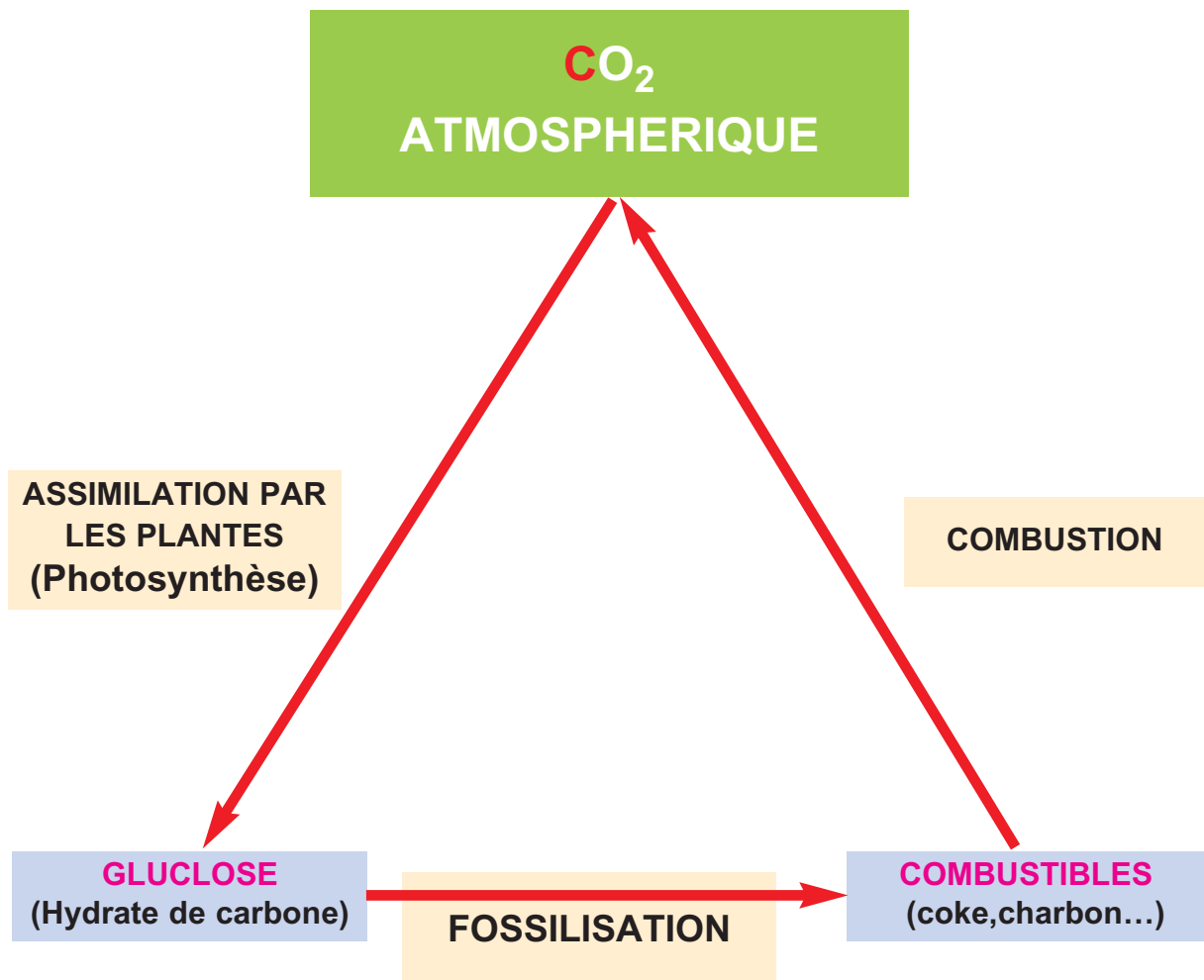


Le glucose, par une suite de transformations, produit entre autres du cellulose (constituant principal du bois).

- Par fossilisation les hydrates de carbone se transforment en combustibles (coke, charbon, ...).
- La combustion du coke ou du charbon dégage du dioxyde de carbone.



Ces différentes transformations constituent l'un des cycles naturels du carbone qu'on peut schématiser par :

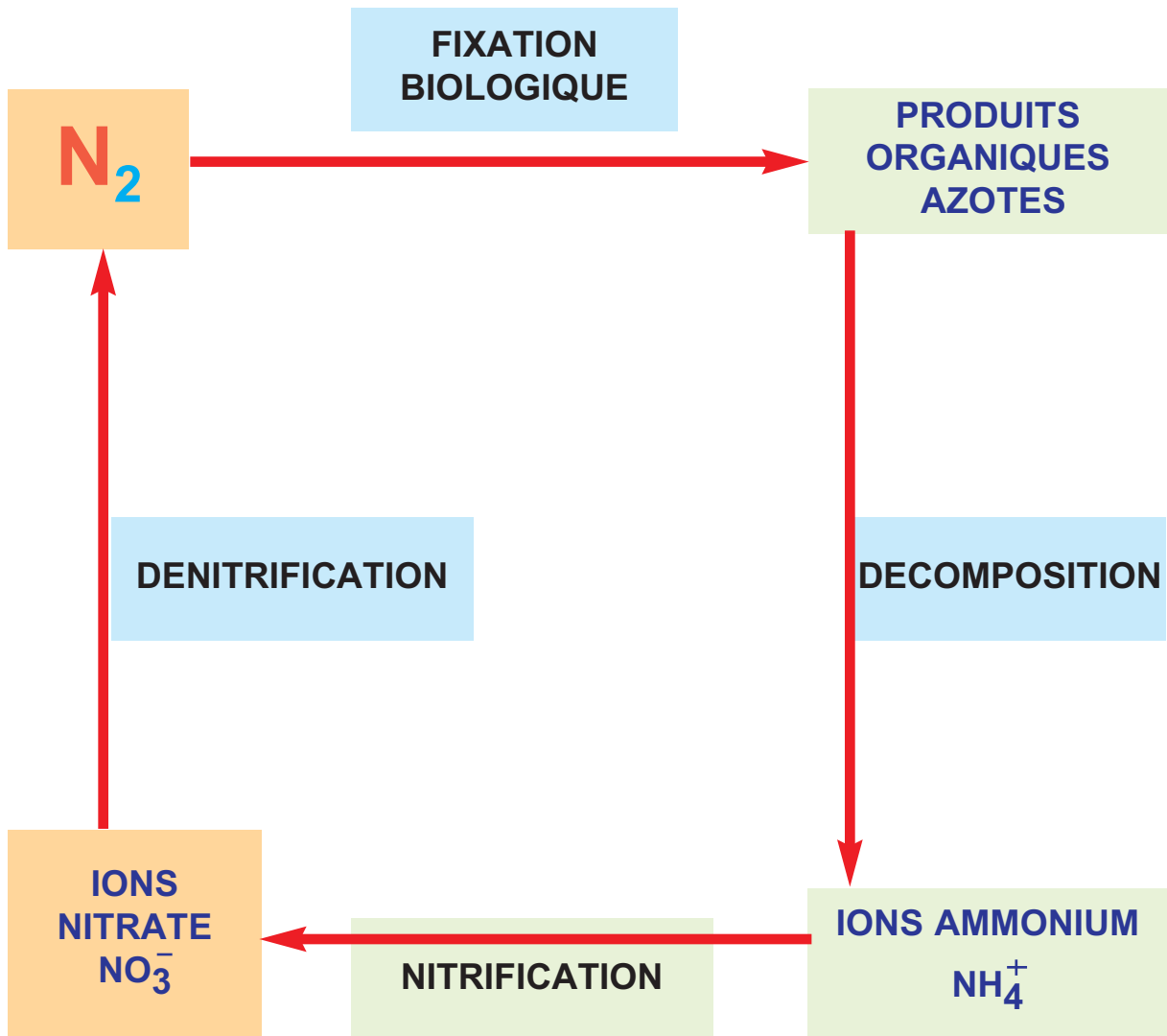


Ainsi au cours des différentes transformations du cycle, l'élément carbone est conservé.

VI-5-b - Le cycle de l'azote

Pourquoi les agriculteurs alternent la culture des céréales (blé, orge, maïs, ...) et des légumineuses (fève, luzerne, pomme de terre , ...) ?

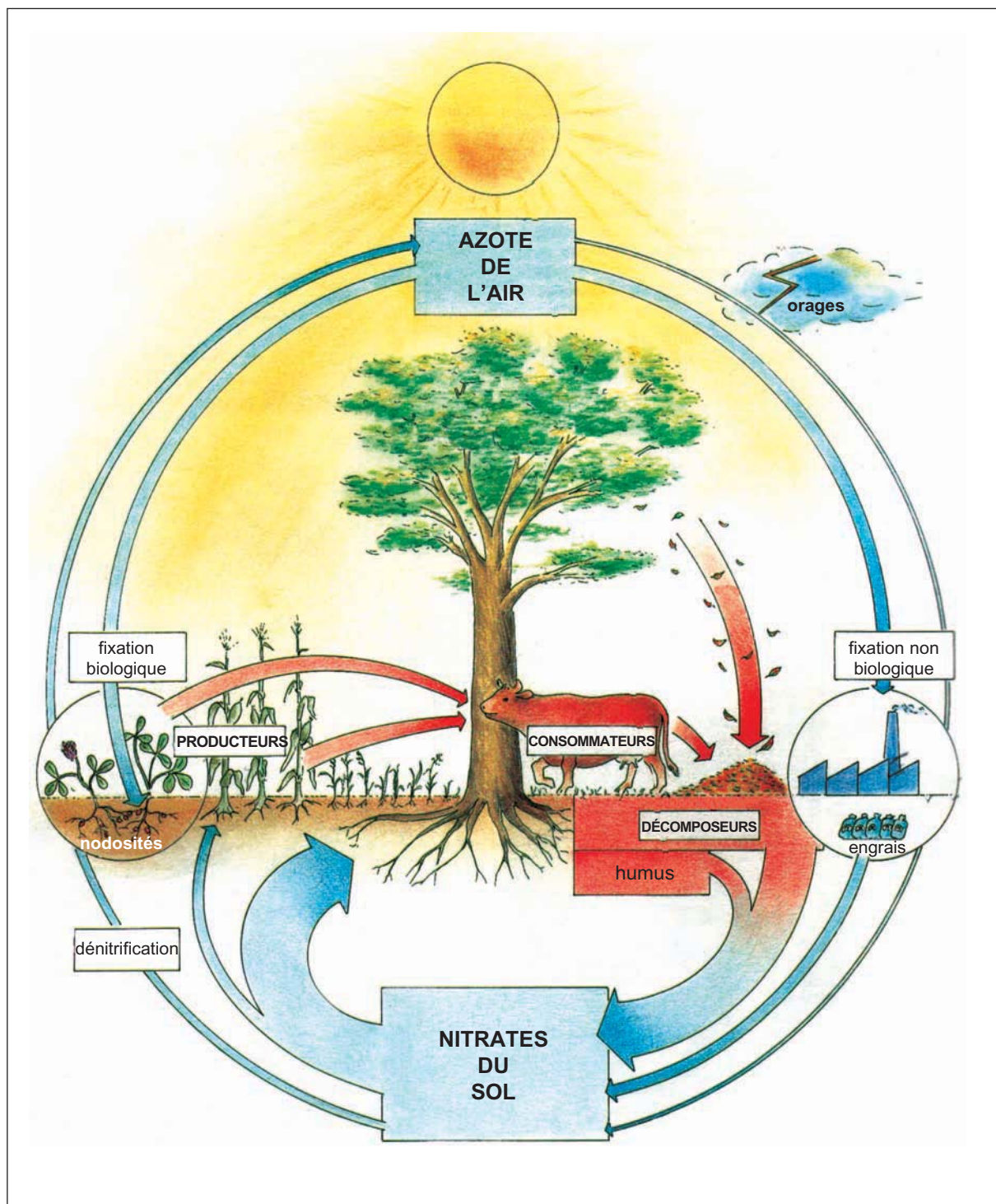
- La fixation biologique du diazote de l'air se fait par des bactéries qui vivent en association avec la famille des légumineuses. Il se forme des produits organiques azotés (végétaux et animaux).
- La décomposition de ces produits se fait par des champignons et des bactéries ainsi que par les animaux détritovores (ovins , bovins,...). Il se forme des ions ammonium puis des ions nitrate.
- La dénitrification se fait par des bactéries très présentes dans les sols mal aérés, riches en matières organiques et chauds. Les ions nitrate du sol se transforment en diazote.



Remarque

La culture des céréales appauvrit le sol en ions nitrate nécessaires à leur croissance. Par contre la culture des légumineuses enrichit le sol en ces ions. C'est pour cette raison que les agriculteurs alternent la culture des céréales et des légumineuses.

On donne ci-dessous un schéma détaillé du cycle de l'azote :



L'ESSENTIEL DU COURS

- Un élément chimique est caractérisé par son nombre de charge Z .
- Un élément chimique correspond à l'ensemble des atomes ou ions ayant le même nombre de protons Z .
- Un élément chimique est représenté par le symbole de ses atomes.
- Les isotopes d'un élément chimique sont les noyaux qui ont le même nombre de protons Z et des nombres de neutrons N différents.
- Au cours d'une réaction chimique tous les éléments chimiques se conservent.



www.ac-amiens.fr/pedagogie/spc/phydoc/lycee/seconde/chimie/element-chimique/elementchimique.htm

www.cndp.fr/lesScripts/bandeau/bandeau.asp?bas=http

www.ac-creteil.fr/physique/0102/chavet/ATOME2003.pps

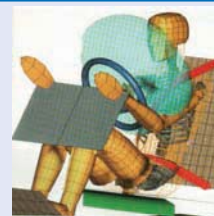
EXERCICE RESOLU

ENONCE

L'élément azote possède deux isotopes :

- le noyau du premier isotope a pour symbole ${}^{14}_7\text{N}$;
- le noyau du deuxième possède $N = 8$ neutrons.

- 1) Déterminer le symbole du noyau du deuxième isotope.
- 2) L'azoture de sodium NaN_3 est utilisé dans les airbags (système de protection des passagers d'un véhicule). Lors d'un choc, une petite capsule est le siège d'une transformation rapide, mettant en jeu l'azoture de sodium solide. Il se décompose en deux produits, du sodium solide Na et du diazote gaz N_2 .
 - a) Quels sont les différents éléments chimiques présents dans le réactif ?
 - b) Vérifier qu'il y a conservation des éléments chimiques au cours de cette transformation.



Airbag après un choc

CONSEILS

- ▶ Utiliser le fait que deux isotopes ont le même nombre de charge Z .
- ▶ Déterminer les éléments chimiques présents dans un composé en se basant sur sa formule.

SOLUTION

1- Le noyau du premier isotope de l'azote de symbole ${}^{14}_7\text{N}$ a un nombre de protons $Z=7$. Le noyau du deuxième isotope de l'azote a nécessairement le même nombre de protons $Z=7$ que le premier. Le noyau du deuxième isotope de l'azote a un nombre de masse

$$A=Z+N=7+8=15. \text{ Son symbole est alors } {}^{15}_7\text{N} .$$

2-

- a) Les éléments chimiques présents dans le réactif NaN_3 sont l'élément sodium Na et l'élément azote N .
- b) Les produits obtenus, le sodium et le diazote, renferment respectivement l'élément sodium et l'élément azote. Les éléments sodium et azote présents dans le réactif sont aussi présents dans les produits de la réaction. Ceci permet de vérifier qu'au cours de cette transformation il y a conservation des éléments chimiques.

EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

- 1) Un élément chimique est caractérisé par le nombre de ses nucléons.
- 2) Un élément chimique correspond à l'ensemble des atomes ou ions dont le noyau comporte le même nombre de neutrons.
- 3) Deux noyaux d'un même élément peuvent avoir des nombres de masse différents.
- 4) Les atomes d'un même élément chimique ont le même nombre d'électrons.
- 5) Les atomes d'un même élément chimique ont des noyaux identiques.
- 6) Les isotopes d'un même élément chimique sont caractérisés par des noyaux ayant le même nombre de neutrons et des nombres de protons différents .
- 7) Deux atomes qui ont le même nombre d'électrons et des nombres de nucléons différents, sont deux isotopes.
- 8) Les atomes d'un même élément chimique ayant des nombres de masse différents sont des isotopes.
- 9) Au cours d'une réaction chimique les éléments chimiques se conservent.
- 10) Dans le cycle du carbone l'élément carbone se conserve.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse.

Q.C.M. N° 1

Un élément chimique est caractérisé par son nombre de :

- a) charge ;
- b) masse ;
- c) neutrons.

Q.C.M. N° 2

Tous les représentants d'un même élément ont un noyau comportant le même nombre de :

- a) nucléons ;
- b) neutrons ;
- c) protons.

Q.C.M. N° 3

Le charbon (C), le gaz carbonique (CO₂), l'éthanol (C₂H₆O) et le carbure de calcium (CaC₂) renferment tous l'élément :

- a) carbone ;
- b) hydrogène ;
- c) oxygène.

Q.C.M. N° 4

Tous les atomes d'un élément ont le même nombre de :

- a) nucléons ;
- b) neutrons ;
- c) protons.

Q.C.M. N° 5

Deux isotopes diffèrent par leur nombre de :

- a) d'électrons ;
- b) de neutrons ;
- c) de protons.

RECOPIER ET COMPLÉTER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) A chaque élément chimique est associé un....., par exemple C pour le carbone. Pour distinguer deux isotopes on indique, en haut et à gauche du symbole de l'élément, le.....
- 2) Deux noyaux sont dits isotopes lorsqu'ils ont le mêmeet des nombres de.....différents. Deux isotopes diffèrent donc par leurs.....
- 3) Dans le cycle naturel du carbone, l'élément se conserve et dans le cycle naturel de l'azote c'est l'élément.....qui se conserve.

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

On considère les composés suivants :

- le dioxyde de carbone (CO_2) ;
- le trioxyde de soufre (SO_3) ;
- le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- le carbonate de calcium (CaCO_3) ;
- l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3).

- 1) Combien d'éléments renferme chaque composé ?
- 2) Donner le nom des éléments de chaque composé.

Exercice n° 2

Soit un noyau de phosphore de symbole ${}_{15}^{31}\text{P}$.

- 1) Déterminer la composition en électrons, protons et neutrons de l'atome correspondant.
- 2) Quelle est la composition de l'atome X dont le noyau est représenté par ${}_{15}^{30}\text{X}$?
- 3) X et P sont-ils deux atomes d'un même élément ou d'éléments différents ? Justifier la réponse. En déduire le nom de X.
- 4) Comment peut-on qualifier les deux atomes X et P ?
- 5) Le phosphore est un corps pur très inflammable et particulièrement dangereux. Pourquoi peut-on cependant utiliser des médicaments à base de phosphore ?

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 3

On chauffe un tube à essais contenant une poudre noire formée d'un mélange d'oxyde de cuivre (II) **Cu O** et de carbone **C**. Le tube à essais est muni d'un tube à dégagement plongeant dans de l'eau de chaux. Au cours de la réaction l'eau de chaux se trouble et on observe un dépôt brillant rougeâtre sur les parois du tube à essais.

- 1) Ecrire l'équation de la réaction chimique.
- 2) Quels sont les éléments chimiques présents dans les entités chimiques initialement introduites ? Préciser leur nom et leur symbole.
- 3) En déduire les éléments chimiques présents dans les produits de la réaction.

Exercice n° 4

- 1) Reproduire et compléter le tableau suivant :

Symbole	S				O	
Nombre de charge	16				8	
Nombre de masse	32		14	34	16	18
Nombre de neutrons			8	18		10
Symbole du noyau		$^{12}_6\text{C}$				

- 2) Combien d'éléments chimiques sont représentés dans le tableau ?
- 3) Quels sont les isotopes figurant dans le tableau ?

DOCUMENT

L'origine des éléments chimiques

Certains éléments ont été créés lors du big-bang (naissance de l'Univers), d'autres dans les étoiles et quelques-uns par chocs dans le milieu interstellaire. Et, depuis moins d'un siècle, l'homme a participé à la création de certains éléments.

Juste après sa naissance, l'Univers comprenait les éléments hydrogène, hélium et lithium. Les proportions sont pratiquement celles que l'on retrouve actuellement dans notre environnement galactique soit 72% d'hydrogène, 26% d'hélium et 2% d'éléments plus lourds (proportions en masse).

D'après Hans Bethe les étoiles créent à partir de leur constituant principal, l'hydrogène, des éléments plus lourds : l'hélium, le carbone, l'oxygène, ... le fer,...

Les éléments les plus abondants dans la terre sont : l'oxygène, le magnésium, le fer et le silicium. Ils proviennent des débris d'étoiles qui ont explosé.

L'homme a pu créer de nouveaux éléments. Ainsi, on a obtenu le neptunium en 1940 et le plutonium en 1941 (bien que celui-ci a été retrouvé sur terre dans la mine d'Oklo au Gabon).

Les physiciens ont trouvé des nouveaux éléments sans le vouloir. L'einsteinium et le fermium furent découverts dans les cendres des essais nucléaires américains en 1952. Entre 1945 et 1962 neuf nouveaux éléments furent ajoutés à la liste.

D'après "*La Recherche*" Janvier 2005

Chapitre 3

UN MODELE DU CORTEGE ELECTRONIQUE



L'ion sodium Na^+ entre dans la composition de plusieurs composés ioniques (le chlorure de sodium NaCl par exemple), mais jamais personne n'a réussi à identifier la formation spontanée d'ions sodium autres que Na^+ (Na^{2+} , Na^{3+} , ...). Pourquoi ?

PLAN DU CHAPITRE

I - Notion de couche électronique

- I-1- Exemples d'ions
- I-2- Couche électronique

II- Répartition des électrons sur les différentes couches

- II-1- Règles de remplissage des couches
- II-2- Couche externe - Couches internes
- II-3- Schématisation des couches électroniques
- II-4- Exemples
- II-5- Formule électronique
- II-6- Structure électronique d'un ion simple

PREREQUIS

- ◇ Les constituants de l'atome (noyau, électrons)
- ◇ Forces électrostatiques

OBJECTIFS

- ◇ Répartir les électrons de quelques éléments.
- ◇ Distinguer les électrons de la couche externe de ceux des couches internes.
- ◇ Dénumérer les électrons de la couche externe.

I - Notion de couche électronique

L'atome est formé par un noyau et des électrons. Entre le noyau chargé positivement et les électrons chargés négativement il existe des forces d'interaction électrostatiques qui maintiennent les électrons au voisinage du noyau.

Y-a-t il des électrons plus proches du noyau que d'autres ?

I-1 - Exemples d'ions

I-1-a - L'ion sodium Na^+

L'ion sodium Na^+ ($Z=11$) entre dans la constitution de plusieurs composés naturels, le chlorure de sodium ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) par exemple. Cet ion est obtenu à partir de l'atome de sodium (Na) par la perte d'un de ses 11 électrons.

Les ions sodium ayant plus d'une charge positive n'existent dans aucun composé naturel, donc l'atome de sodium ne peut perdre plus d'un électron.

Conclusion

Parmi les 11 électrons de l'atome de sodium, il y a un électron qui est moins lié au noyau que les 10 autres : c'est cet électron qu'on peut enlever facilement.

I-1-b - L'ion Magnésium Mg^{2+}

L'ion magnésium Mg^{2+} entre dans la constitution des composés ioniques comme le fluorure de magnésium MgF_2 par exemple. Cet ion est obtenu à partir de l'atome de magnésium ($Z=12$) par la perte de 2 de ses 12 électrons.

Conclusion

Les 12 électrons de l'atome de magnésium ne sont pas également liés au noyau. Il y a 2 électrons qui sont plus faciles à enlever que les autres. Ces deux électrons sont les moins liés au noyau.

Retenons



En général les électrons d'un atome ne sont pas tous également liés au noyau.

I-2 - Couche électronique

Les électrons d'un atome sont répartis en couches électroniques (ou niveaux d'énergie). Tous ceux qui sont également liés au noyau appartiennent à la même couche électronique.

La couche la plus proche du noyau est notée K, les suivantes, dans l'ordre d'éloignement croissant, sont notées L, M, ...

Retenons



Les électrons d'un atome se répartissent en couches électroniques (ou niveaux d'énergie) notées K, L, M,...

II - Répartition des électrons sur les différentes couches

II-1 - Règles de remplissage des couches

La répartition des électrons d'un atome obéit à deux règles.

Retenons



Première règle

Une couche ne peut contenir qu'un nombre limité d'électrons.

La couche K peut contenir au maximum 2 électrons.

La couche L peut contenir au maximum 8 électrons.

La couche M peut contenir au maximum 18 électrons.

Lorsqu'une couche contient le maximum d'électrons on dit qu'elle est **saturée**.

Retenons



Deuxième règle

Le remplissage des couches électroniques s'effectue en commençant par la couche K, lorsqu'elle est saturée c'est la couche L qu'on remplit et ainsi de suite.

Remarque

Si la répartition des électrons dans les différentes couches vérifie les deux règles de remplissage, on dit que l'atome est dans son état fondamental (ou état le plus stable)

II-2 - Couche externe - Couches internes

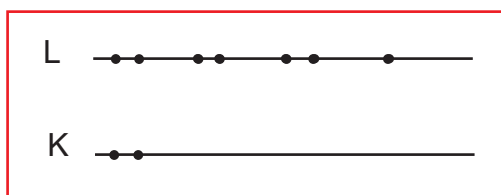
La dernière couche occupée par les électrons d'un atome est appelée **couche externe** (ou **couche périphérique**). Les électrons s'y trouvant sont appelés **électrons externes**. Les autres couches occupées par les électrons sont appelées **couches internes** et les électrons s'y trouvant sont appelés **électrons internes**.

II-3 - Schématisation des couches électroniques

Les couches électroniques sont schématisées par des traits horizontaux et les électrons par des points. En face de chaque trait on indique le symbole de la couche.

II-4 - Exemples

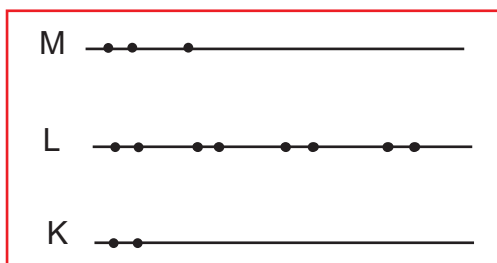
- La structure électronique de l'atome de fluor F ($Z=9$) est :



La couche L est la couche externe, elle renferme 7 électrons.

La couche K est la couche interne, elle est saturée à deux électrons.

- La structure électronique de l'atome d'aluminium ($Z = 13$) est :



La couche M est la couche externe, elle renferme 3 électrons.

Les couches K et L sont les couches internes, elles sont saturées respectivement à 2 et à 8 électrons.

II-5 - Formule électronique

On peut représenter la structure électronique d'un atome par une formule électronique : on écrit la lettre qui correspond à chaque couche occupée et on indique en exposant, en haut à droite, le nombre d'électrons de cette couche.

La formule électronique de l'atome de fluor s'écrit alors : $(K)^2 (L)^7$.

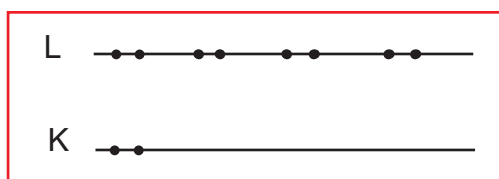
Celle de l'atome d'aluminium s'écrit : $(K)^2 (L)^8 (M)^3$.

II-6 - Structure électronique d'un ion simple

Pour déterminer la structure électronique d'un ion simple, on applique les mêmes règles de remplissage que pour les atomes.

Exemple

La structure électronique de l'ion fluorure F^- renfermant 10 électrons est :



Sa formule électronique est : $(K)^2 (L)^8$.

L'ESSENTIEL DU COURS

- Les électrons d'un atome se répartissent en couches électroniques (ou niveaux d'énergie) notées K, L, M,...
- La dernière couche occupée par les électrons d'un atome est appelée couche externe (ou couche périphérique). Les autres couches occupées par les électrons sont appelées couches internes.
- On peut représenter la structure électronique d'un atome par une formule électronique.
- Pour déterminer la structure électronique d'un ion simple on applique les mêmes règles de remplissage que pour les atomes.



<http://emmanuel.vesin.free.fr/c210.html>

<http://www.al.lu/chemistry/stuff2/EX2/EXSTR003.HTM>

<http://holvoet.free.fr/Voyage/structure/electronique.htm#couche>

EXERCICE RESOLU

ENONCE

L'atome de soufre ($Z=16$) peut donner l'ion sulfure S^{2-} .

- 1) Déterminer la structure électronique de l'atome et de l'ion correspondant.
- 2) Ecrire les formules électroniques.
- 3) Préciser la couche externe et les couches internes.
- 4) Dénombrer les électrons de la couche externe.

CONSEILS

► Déterminer, à partir du numéro atomique, le nombre d'électrons à répartir dans les couches électroniques.

► Appliquer ensuite les règles de remplissage des différentes couches.

SOLUTION

1- Le numéro atomique de l'atome de soufre est $Z=16$. Il possède donc 16 protons. L'atome étant électriquement neutre, il a alors 16 électrons :

- 2 électrons se placent sur la couche K, qui est alors saturée ;
- 8 électrons se placent sur la couche L, qui est alors saturée ;
- les 6 autres électrons occupent la couche M.

La structure électronique de l'atome de soufre est :



L'ion sulfure S^{2-} comporte deux électrons de plus que l'atome de soufre. La couche M de l'atome de soufre n'étant pas saturée, ces deux électrons se placent sur cette couche.

La structure électronique de l'ion sulfure est donc :



La formule électronique de l'atome de soufre, comportant 2 électrons sur la couche K, 8 électrons sur la couche L et 6 électrons sur la couche M est :



2- La formule électronique de l'ion sulfure, est :



3- Pour l'atome de soufre et pour l'ion sulfure :

- la couche externe est la couche M ;
- les couches internes sont les couches K et L.

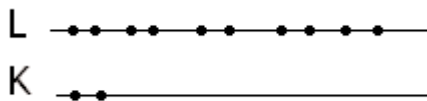
4- La couche externe M de l'atome de soufre contient 6 électrons, celle de l'ion sulfure contient 8 électrons.

EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

- 1) Les électrons d'un atome comportant plus que deux électrons sont tous également liés au noyau.
- 2) Les électrons de la couche M sont plus liés au noyau que ceux de la couche K.
- 3) La couche L peut contenir plus d'électrons que la couche K.
- 4) Une couche peut contenir un nombre illimité d'électrons .
- 5) Un atome a 12 électrons. Sa structure électronique est :



- 6) La formule électronique du chlore (Z=17) est : **(K)² (L)⁸ (M)⁷**.
- 7) L'atome de magnésium (Z=12) a deux électrons sur la couche externe M. Il a une seule couche interne.
- 8) La formule électronique du carbone est **(K)² (L)⁴**, sa couche périphérique est la couche M.
- 9) La couche L est saturée à 18 électrons.
- 10) La structure électronique de l'ion Mg^{2+} est identique à celle de l'atome de magnésium Mg.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse

Q.C.M. N° 1

Dans les couches K et L on peut placer :

- a) un nombre illimité d'électrons ;
- b) le même nombre d'électrons dans chaque couche ;
- c) 12 électrons.

Q.C.M. N° 2

Le nombre maximum d'électrons que peut contenir une couche :

- a) est le même pour toutes les couches ;
- b) diffère d'une couche à une autre ;
- c) dépend de l'atome considéré.

Q.C.M. N° 3

Un atome dont la couche externe est saturée peut avoir pour formule électronique :

- a) (K)¹ (L)⁸ ;
- b) (K)² (L)⁸ ;
- c) (K)² (L)⁶.

Q.C.M. N° 4

La formule électronique de l'atome d'aluminium ($Z=13$) est $(K)^2(L)^8(M)^3$. Celle de l'ion aluminium Al^{3+} est alors :

- a) $(K)^2(L)^8(M)^6$;
- b) $(K)^2(L)^8(M)^3$;
- c) $(K)^2(L)^8$.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) Les électrons d'un atome se répartissent en ou
- 2) Les couches électroniques sont désignées par les lettres.. , .. , ..., etc. Les électrons sont d'autant plus liés au.....que la couche à laquelle ils appartiennent est plus..... du noyau.
- 3) Chaque couche ne peut contenir qu'un nombred'électrons. Ainsi la couche K peut contenir au plus.....électrons, tandis que la couche L peut contenir au maximum.....électrons.

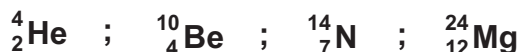
Le remplissage des couches électroniques s'effectue en commençant par la couche Lorsqu'elle est, on remplit la couche..... et ainsi de suite.

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

Donner la structure électronique des atomes représentés ci-dessous :



Exercice n° 2

L'atome de silicium possède 14 électrons.

- 1) Donner sa structure électronique.
- 2) Quelles sont les couches externe et internes ?
- 3) Dénombrer les électrons de la couche externe.

Exercice n° 3

La formule électronique d'un atome est $(K)^2(L)^8(M)^1$.

- 1) Combien d'électrons renferme cet atome ?
- 2) Quelle est la couche externe de cet atome ? Combien d'électrons renferme-t-elle ?
- 3) Quelles sont les couches internes ?

Exercice n° 4

L'ion oxyde O^{2-} possède 10 électrons.

- 1) Donner sa configuration électronique.
- 2) Quelles sont les couches externe et interne ?
- 3) Dénombrer les électrons de la couche externe.

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 5

- 1) Quelle est la structure électronique de l'atome de fluor ${}^{19}_9F$ et celle de l'atome de chlore ${}^{35}_{17}Cl$?
- 2) a) Déterminer pour chaque atome la couche externe.
b) Les structures électroniques du fluor (F) et du chlore (Cl) présentent une caractéristique commune. Laquelle ?

Exercice n° 6

On considère les différentes formules électroniques proposées pour l'atome de lithium ($Z=3$) :



- 1) Parmi ces formules :
 - a) quelles sont celles qui ne respectent pas les règles de remplissage des couches ?
 - b) quelle est celle qui représente l'atome de lithium dans son état fondamental ?
- 2) Déterminer, pour l'atome de lithium pris dans son état fondamental, la couche externe et le nombre d'électrons qu'elle comporte.

Exercice n° 7

On considère les atomes suivants :

Atome	Azote (N)	Sodium (Na)	Oxygène (O)	Magnésium (Mg)	Aluminium (Al)	Fluor (F)
Numéro atomique Z	7	11	8	12	13	9

- 1) Déterminer la structure électronique des ions :
 - nitrate N^{3-} ;
 - sodium Na^+ ;
 - oxyde O^{2-} ;
 - magnésium Mg^{2+} ;
 - aluminium Al^{3+} ;
 - fluorure F^- .
- 2) Quels sont les ions qui ont le même nombre d'électrons sur la couche périphérique ?

Chapitre 4

DES ATOMES AUX MOLECULES



Un plongeur muni d'une bouteille de dioxygène

Dans la nature les atomes existent rarement à l'état isolé. On les trouve dans des édifices chimiques (molécules, cristaux, métaux).

On trouve l'atome d'oxygène dans des molécules de dioxygène, d'eau,... Pourquoi et selon quels critères ces molécules se forment-elles ?

PLAN DU CHAPITRE

I - Les règles du duet et de l'octet

- I-1- Stabilité des gaz inertes
- I-2- Les règles du duet et de l'octet

II- Formation des molécules

- II-1- La liaison covalente
- II-2- Formation des molécules
- II-3- Exception à la règle de l'octet

PREREQUIS

- ◇ Notion de molécule
- ◇ Couches électroniques (couche externe)
- ◇ Structure électronique d'un atome

OBJECTIFS

- ◇ Appliquer les règles du duet et de l'octet.
- ◇ Donner la représentation de Lewis de quelques molécules.

I - Les règles du duet et de l'octet

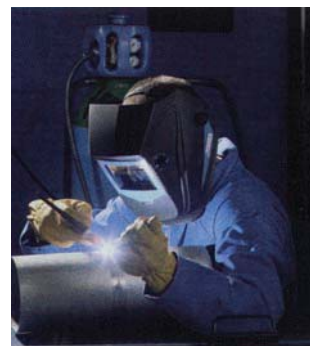
I-1 - Stabilité des gaz inertes

Dans la nature l'hélium, le néon et l'argon sont des gaz monoatomiques car leurs molécules sont constituées d'un seul atome. Ces corps sont très peu abondants à l'état naturel. On les appelle des gaz rares. Ils sont très peu réactifs et sont de ce fait chimiquement inertes et très stables. On les appelle des gaz inertes (ou des gaz nobles).

En raison de leur inertie chimique, les gaz rares sont utilisés dans les montgolfières et dans les soudures (voir figure ci-contre).



La montgolfière est gonflée par de l'hélium, gaz inerte, qui ne présente aucun danger d'inflammation.



La soudure sous argon, gaz inerte, permet d'éviter la combustion des métaux et la formation des oxydes.

A quoi est due la grande stabilité des gaz rares ?

Le tableau ci-dessous résume les structures électroniques de l'hélium, du néon et de l'argon.

Gaz inerte	Numéro atomique Z	Nombre d'électrons	Formule électronique
Helium (He)	2	2	(K) ²
Néon (Ne)	10	10	(K) ² (L) ⁸
Argon (Ar)	18	18	(K) ² (L) ⁸ (M) ⁸

On constate que la couche externe est saturée à **2** électrons (un "**duet**" d'électrons) pour l'hélium et à **8** électrons (un "**octet**" d'électrons) pour le néon et l'argon.

En conséquence la stabilité des gaz rares est liée à la saturation de leurs couches externes.

Retenons



La stabilité des gaz inertes est liée à la structure électronique de leur couche externe qui est saturée à 2 électrons (un « duet ») ou à 8 électrons (un « octet »).

I-2 - Les règles du duet et de l'octet

Les atomes ont généralement tendance à s'associer entre eux pour former des molécules. Par exemple la molécule de dihydrogène H₂ est formée de deux atomes d'hydrogène, la molécule de dichlore Cl₂ est formée de deux atomes de chlore, etc... Dans l'état associé les atomes sont beaucoup plus stables qu'à l'état isolé et chaque atome a tendance à compléter sa couche externe à 2 (un duet) ou à 8 (un octet) d'électrons.

Retenons



Pour acquérir une plus grande stabilité chimique, les atomes ont tendance à saturer leur couche externe à 2 électrons (**règle du duet**) ou à 8 électrons (**règle de l'octet**).

Remarque

Pour obéir aux règles du duet et de l'octet les atomes peuvent soit :

- ▶ perdre ou gagner des électrons en donnant des ions monoatomiques ;
- ▶ s'associer à d'autres atomes pour former des molécules polyatomiques.

II - Formation des molécules

Une molécule est une entité chimique électriquement neutre et stable. Elle est formée par l'association d'un nombre limité d'atomes.

Comment ces atomes sont-ils liés ?

II-1 - La liaison covalente

La stabilité d'une molécule est due à l'existence de liaisons chimiques entre les atomes qui constituent cette molécule.

Selon Lewis une liaison entre deux atomes A et B résulte de la mise en commun de deux électrons externes entre ces atomes. Chaque atome apporte un seul électron.



Le doublet mis en commun est appelé **doublet liant** et correspond à une **liaison de covalence** ou **liaison covalente**.

Pour rendre compte de la structure d'une molécule, on utilise simplement des schémas ou des structures de Lewis où chaque liaison est représentée par un trait.



Retenons



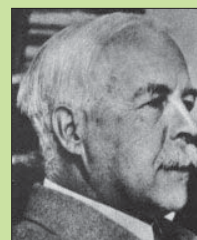
La **liaison covalente** consiste en la mise en commun par deux atomes d'un ou de plusieurs doublets d'électrons, appelés **doublets de liaison** ou **doublets liants**.

Remarque

Les électrons mis en commun appartiennent à chacun des 2 atomes liés et doivent être pris en compte dans le dénombrement des électrons de la couche externe de chaque atome.

Gilbert Louis

(1875-1945) a proposé en 1916 la théorie de la liaison covalente et la règle de l'octet.

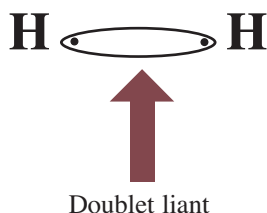


II-2 - Formation des molécules

II-2-a La molécule de dihydrogène H₂

Dans les conditions habituelles de température et de pression, le dihydrogène est un gaz incolore, très léger et inflammable.

La molécule de dihydrogène est formée de deux atomes d'hydrogène. Chaque atome d'hydrogène possède un électron. Il lui faut donc un de plus pour saturer sa couche externe à deux électrons. Les deux atomes d'hydrogène mettent en commun leurs deux électrons pour former un doublet liant. Ce doublet appartient à chacun des atomes qui ont ainsi tous les deux une structure stable.



Le schéma de Lewis de la molécule de dihydrogène est :

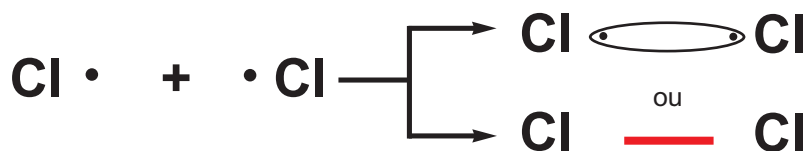


Ainsi dans la molécule H₂ chaque atome d'hydrogène semble avoir le même nombre d'électrons (deux) que le gaz rare hélium He. La molécule H₂ est un exemple d'application de la règle du "duet".

II-2-b La molécule de dichlore (Cl₂)

Dans les conditions habituelles de température et de pression, le dichlore est un gaz jaune verdâtre, d'odeur piquante et plus dense que l'air.

La molécule de dichlore est formée par 2 atomes de chlore. Chaque atome de chlore possède 7 électrons sur la couche externe car sa structure électronique est de la forme (K)²(L)⁸(M)⁷. Il lui manque donc un seul électron pour saturer sa couche externe. Pour former la molécule de dichlore les deux atomes de chlore mettent en commun un doublet d'électrons (doublet liant).



Cette représentation ne satisfait pas la règle de l'octet car tous les électrons externes du chlore n'ont pas été représentés. Pour cela on ajoute pour chaque atome les trois doublets qui lui appartiennent et qui portent le nom de **doublets non liants**. On retrouve ainsi les sept doublets d'électrons à répartir sur l'ensemble des deux atomes de chlore. On obtient ainsi la représentation de Lewis de la molécule de dichlore :



où chaque atome de chlore est entouré de quatre doublets d'électrons (un doublet liant et trois doublets non liants). La règle de l'octet est satisfaite pour chacun des deux atomes

Remarque

Aucune des représentations suivantes pour la molécule de dichlore n'est correcte car la règle de l'octet n'est pas satisfaite puisqu'on trouve cinq doublets d'électrons autour de l'atome de chlore.



L'exemple de la molécule Cl_2 montre que l'obtention d'une structure de Lewis correcte n'est pas toujours simple. Pour cette raison et afin d'établir la structure de Lewis d'une molécule sans difficulté on recommande de :

- déterminer d'abord le nombre total d'électrons de la couche externe de tous les atomes constituant cette molécule ;
- déterminer le nombre total de doublets en divisant le nombre d'électrons trouvé par deux
- répartir les doublets sur l'ensemble des atomes en faisant apparaître les doublets liants et les doublets non liants de façon à satisfaire les règles du "duet" pour l'hydrogène et de "l'octet" pour les autres atomes.

II-2-c La molécule d'eau (H_2O)

L'eau existe sous les trois états physiques : solide, liquide et gazeux.

La molécule d'eau est formée par un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène.

L'atome d'oxygène ($Z=8$) possède 6 électrons externes car sa structure électronique est de la forme $(\text{K})^2(\text{L})^6$.

L'atome d'hydrogène ($Z=1$) possède un électron externe car sa structure électronique est de la forme $(\text{K})^1$.

Le nombre total d'électrons à considérer est donc égal à 8 soit 4 doublets d'électrons à répartir sur l'ensemble des trois atomes.

La représentation de Lewis de la molécule d'eau est :



Dans cette structure l'atome d'oxygène est entouré de quatre doublets d'électrons (deux doublets liants et deux doublets non liants) et chaque atome d'hydrogène est entouré d'un doublet d'électrons (doublet liant).

Les règles du duet et de l'octet sont respectées pour les atomes d'hydrogène et pour l'atome d'oxygène respectivement.

Remarque

Toutes les structures données ci-dessous ne sont pas correctes car la règle du duet n'est pas vérifiée par au moins un atome d'hydrogène et la règle de l'octet n'est pas respectée pour l'oxygène



II-2-d La molécule d'ammoniac NH_3

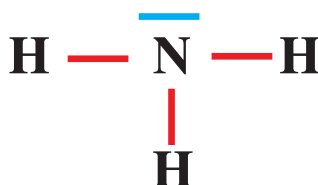
Dans les conditions habituelles de température et de pression l'ammoniac est un gaz incolore, d'odeur piquante et très soluble dans l'eau. L'ammoniac a été longtemps utilisé comme matière de base pour la fabrication des engrais azotés.

La molécule d'ammoniac est formée par un atome d'azote et trois atomes d'hydrogène.

L'atome d'azote ($Z=7$) possède cinq électrons externes car sa structure électronique est de la forme $(\text{K})^2(\text{L})^5$.

L'atome d'hydrogène ($Z=1$) possède un électron sur la couche externe K.

Le nombre total d'électrons à répartir sur l'ensemble des quatre atomes est égal à 8, soit 4 doublets. La représentation de Lewis de la molécule d'ammoniac est :



Dans cette représentation on retrouve trois liaisons covalentes N-H et un doublet non liant sur l'azote. C'est la seule structure où les règles du duet et de l'octet sont respectées.

Remarque

Toutes les structures données ci-dessous ne sont pas correctes car les règles du duet et de l'octet ne sont pas respectées.



II-3 - Exception à la règle de l'octet

II-3-a -Premier exemple

Prenons l'exemple de la molécule de monoxyde d'azote NO.

Dans les conditions habituelles de température et de pression le monoxyde d'azote est un gaz incolore qui a été utilisé comme matière de base à la fabrication d'engrais azotés.

La molécule de monoxyde d'azote est formée par un atome d'azote et un atome d'oxygène.

L'atome d'azote (Z=7) possède cinq électrons externes car sa structure électronique est de la forme $(K)^2(L)^5$.

L'atome d'oxygène (Z=8) possède 6 électrons externes car sa structure électronique est de la forme $(K)^2(L)^6$.

Le nombre total d'électrons à répartir sur l'ensemble des deux atomes est égal à 11.

Le schéma de Lewis de cette molécule est :



Dans cette structure il reste sur l'azote un électron célibataire qui est représenté par un point. La structure proposée ne vérifie pas la règle de l'octet, l'azote n'est entouré que de 7 électrons.

II-3-b -Deuxième exemple

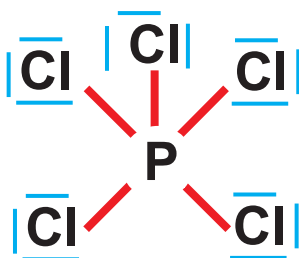
Prenons l'exemple de la molécule de pentachlorure de phosphore PCl_5 .

La molécule de pentachlorure de phosphore est formée par un atome de phosphore et cinq atomes de chlore.

L'atome de phosphore ($Z=15$) possède 5 électrons externes car sa structure électronique est de la forme $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^5$.

L'atome de chlore ($Z=17$) possède 7 électrons externes car sa structure électronique est de la forme $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^7$.

Le nombre total d'électrons à répartir sur l'ensemble des six atomes est égal à 40 soit 20 doublets. La représentation de Lewis de la molécule est :



Dans cette représentation la règle de l'octet n'est pas vérifiée par l'atome de phosphore.

L'ESSENTIEL DU COURS

- Pour acquérir une plus grande stabilité chimique les atomes ont tendance à saturer leur couche externe à 2 électrons (**règle du duet**) ou à 8 électrons (**règle de l'ocet**).
- La liaison covalente consiste en la mise en commun par deux atomes d'un ou de plusieurs doublets d'électrons, appelés doublets de liaison ou doublets liants.
- Pour établir la structure de Lewis d'une molécule on recommande de :
 - a) déterminer d'abord le nombre total d'électrons de la couche externe de tous les atomes constituant cette molécule ;
 - b) déterminer le nombre total de doublets en divisant le nombre d'électrons trouvé par deux ;
 - c) répartir les doublets sur l'ensemble des atomes en faisant apparaître les doublets liants et les doublets non liants de façon à satisfaire les règles du "duet" pour l'hydrogène et de "l'octet" pour les autres atomes.



http://perso.wanadoo.fr/physique.chimie/Cours_de_chimie/Chimie_7_GEOMETRIE_DES_MOLECULES_ET_IONS.htm

http://artic.ac-besancon.fr/Sciences_Physiques/physique_chimie/ress_peda/sec/chimie/lewis.htm

EXERCICE RESOLU

ENONCE

La formule de la molécule de l'acide hypochloreux est HOCl.

- 1) Quelle est la structure électronique des atomes d'hydrogène ($Z=1$), d'oxygène ($Z=8$) et de chlore ($Z=17$) ? En déduire le nombre d'électrons de la couche externe de chacun de ces atomes.
- 2) Déterminer le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule d'acide hypochloreux. En déduire le nombre de doublets à répartir sur l'ensemble des atomes.
- 3) Donner la représentation de Lewis de cette molécule sachant que l'hydrogène est associé uniquement à l'atome d'oxygène. Préciser le nombre de doublets liants et de doublets non liants.

CONSEILS

- ▶ Le nombre de doublets de la molécule est obtenu en divisant le nombre total de ses électrons externes par 2.
- ▶ Dans la représentation de Lewis de la molécule :
 - ◆ l'atome d'hydrogène doit vérifier la règle du duet.
 - ◆ les atomes d'oxygène et de chlore doivent vérifier la règle de l'octet.

SOLUTION

- 1- La formule électronique et le nombre d'électrons de la couche externe de chaque atome sont donnés dans le tableau suivant :

Atome	Structure électronique	Nombre d'électrons de la couche externe
Hydrogène	(K) ¹	1
Oxygène	(K) ² (L) ⁶	6
Chlore	(K) ² (L) ⁸ (M) ⁷	7

- 2- Le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule HOCl est :

$$n_t = 1 + 6 + 7 = 14.$$

Le nombre de doublets de la molécule est :

$$n_d = \frac{n_t}{2} = \frac{14}{2} = 7.$$

- 3- La représentation de Lewis de cette molécule est :



Dans cette structure on a **2 doublets liants** et **5 doublets non liants**.

EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

- 1) L'atome de béryllium ($Z=4$) a tendance à avoir 8 électrons sur la couche externe.
- 2) L'atome de phosphore ($Z=15$) a tendance à avoir 2 électrons sur la couche externe.
- 3) La liaison covalente consiste en la mise en commun par deux atomes d'un ou de plusieurs doublets d'électrons.
- 4) Dans une molécule tous les atomes sont liés par des liaisons covalentes.
- 5) Une liaison covalente s'établit entre deux ions portant des charges de signes contraires.
- 6) Dans une molécule on a toujours des doublets liants et des doublets non liants.
- 7) L'atome de carbone peut s'entourer de quatre doublets liants et d'un doublet non liant.
- 8) Un atome d'hydrogène ne peut être lié qu'à un autre atome au plus.
- 9) La représentation de Lewis de la molécule d'eau est :



- 10) La représentation de Lewis de la molécule d'ammoniac est :



Q.C.M.

Choisir la bonne réponse.

Q.C.M. N° 1

Un atome de gaz rare ,autre que l'hélium ,a sur sa couche périphérique :

- a) 10 électrons ;
- b) 8 électrons ;
- c) 2 électrons.

Q.C.M. N° 2

La liaison covalente consiste en la mise en commun de doublets d'électrons provenant des couches :

- a) internes d'un atome ;
- b) externes de deux atomes ;
- c) internes de deux atomes.

Q.C.M. N° 3

Une liaison covalente lie :

- a) deux atomes ;
- b) plus que deux atomes ;
- c) deux ions.

Q.C.M. N° 4

Les atomes d'une molécule ,relativement à l'état où ils sont isolés, sont :

- a) plus stables ;
- b) moins stables ;
- c) de même stabilité.

Q.C.M. n° 5

Dans toute molécule les doublets d'électrons sont des doublets :

- liants et des doublets non liants ;
- liants seulement;
- non liants seulement.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- Les gaz nobles, autres que l'hélium, sont chimiquement inertes car ils possèdent un d'électrons sur la couche externe, c'est à direélectrons.
- Le partage de doublets d'électrons entre deux atomes s'appelle une liaison.....
- Dans une molécule les atomes sont liés entre eux grâce à des liants.
- Le nombre de doublets d'électrons à répartir sur l'ensemble des atomes d'une molécule est la somme des nombres d'électrons de la couche.....de chacun de ses atomes.
Si le doublet d'électrons est partagé entre deux atomes, il s'appelleet il forme uneentre les deux atomes.
Si le doublet est porté par un seul atome, il est dit
- Dans la représentation de Lewis d'une molécule les doublets d'électrons sont représentés par des.....

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

La molécule de difluor a pour formule F_2 .

- Déterminer le nombre d'électrons de la couche externe d'un atome de fluor ($Z=9$).
- Calculer le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des deux atomes de la molécule de difluor. En déduire le nombre de doublets de la molécule.
- Donner la représentation de Lewis de la molécule de difluor.

Exercice n° 2

Le chlorure d'hydrogène de formule HCl est un gaz d'odeur piquante.

- Déterminer le nombre d'électrons de la couche externe de l'atome d'hydrogène ($Z=1$) et de l'atome de chlore ($Z=17$).
- Calculer le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule de chlorure d'hydrogène. En déduire le nombre de doublets de la molécule.
- Donner la représentation de Lewis de la molécule. Identifier les doublets liants et les doublets non liants.

Exercice n° 3

La molécule de trichlorure de phosphore a pour formule PCl_3 .

- 1) Donner la formule électronique d'un atome de phosphore ($Z=15$) et celle d'un atome de chlore ($Z=17$). En déduire le nombre d'électrons de la couche externe des atomes de phosphore et de chlore.
- 2) Calculer le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule. En déduire le nombre de doublets de la molécule.
- 3) Donner la représentation de Lewis de la molécule. Préciser les nombres de doublets liants et de doublets non liants.

Exercice n° 4

Le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore d'odeur d'œuf pourri. La représentation de Lewis de sa molécule est :



- 1) Déterminer la formule brute du sulfure d'hydrogène.
- 2) Quel est le nombre total d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule ?
- 3) Combien de doublets liants et de doublets non liants possède chaque atome de la molécule.

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 5

L'eau oxygénée, utilisée comme désinfectant, est constituée de molécules de formule H_2O_2 . On désire déterminer la représentation de Lewis de cette molécule.

- 1) Rappeler les règles du duet et de l'octet.
- 2) Déterminer le nombre d'électrons de la couche externe de l'atome d'hydrogène ($Z=1$) et de l'atome d'oxygène ($Z=8$).
- 3) Calculer le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule d'eau oxygénée. En déduire le nombre de doublets à répartir sur l'ensemble des atomes de la molécule.
- 4) Donner la représentation de Lewis de cette molécule.
- 5) Combien y a-t-il de doublets liants et de doublets non liants ?

Chapitre 5

TABLEAU DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Calendrier d'un mois de 30 jours

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
H 1							He 2
Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18

Extrait du tableau périodique

Les jours du mois et les éléments chimiques sont présentés dans des tableaux (calendrier et tableau de classification). Les jours du mois sont classés selon deux critères : la date et le nom du jour.

Quels sont les critères de la classification des éléments chimiques ?

PLAN DU CHAPITRE

I - Critères de classification des éléments

- I-1- Critère d'ordre
- I-2- Constitution des périodes et des groupes

II- Notion de famille

- II-1- Famille des alcalins
- II-2- Famille des halogènes
- II-3- Famille des gaz rares
- II-4- Conclusion

PREREQUIS

- ◇ Numéro atomique
- ◇ Structure électronique d'un atome
- ◇ Couche externe

OBJECTIF

Exploiter le tableau périodique pour dégager les familles des alcalins, des halogènes et des gaz rares.

On connaît actuellement une centaine d'éléments chimiques naturels et artificiels . Pour simplifier l'étude de leurs propriétés chimiques, on les répartit dans des familles à propriétés chimiques comparables. On réalise ainsi la classification périodique des éléments.

I - Critères de classification des éléments

I-1 - Critère d'ordre

Considérons un extrait du tableau simplifié de la classification périodique des éléments :

		GROUPES							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
P E R I O D E S	1	H Z=1							He Z=2
	2	Li Z=3	Be Z=4	B Z=5	C Z=6	N Z=7	O Z=8	F Z=9	Ne Z=10
	3	Na Z=11	Mg Z=12	Al Z=13	Si Z=14	P Z=15	S Z=16	Cl Z=17	Ar Z=18

Comment sont classés ces éléments ?

L'analyse de cet extrait montre que les éléments sont classés par numéro atomique Z croissant .Ils sont répartis dans des lignes horizontales qu'on appelle **périodes** et des colonnes appelées **groupes**.

Retenons



Dans le tableau de la classification périodique les éléments sont classés par numéro atomique Z croissant.

I-2 - Constitution des périodes et des groupes

I-2-a - Constitution des périodes

Reprenons l'extrait précédent et donnons pour chaque élément la structure électronique de l'atome correspondant :

		GROUPES							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
P E R I O D E S	1	H Z=1 (K) ¹							He Z=2 (K) ²
	2	Li Z=3 (K) ² (L) ¹	Be Z=4 (K) ² (L) ²	B Z=5 (K) ² (L) ³	C Z=6 (K) ² (L) ⁴	N Z=7 (K) ² (L) ⁵	O Z=8 (K) ² (L) ⁶	F Z=9 (K) ² (L) ⁷	Ne Z=10 (K) ² (L) ⁸
	3	Na Z=11 (K) ² (L) ⁸ (M) ¹	Mg Z=12 (K) ² (L) ⁸ (M) ²	Al Z=13 (K) ² (L) ⁸ (M) ³	Si Z=14 (K) ² (L) ⁸ (M) ⁴	P Z=15 (K) ² (L) ⁸ (M) ⁵	S Z=16 (K) ² (L) ⁸ (M) ⁶	Cl Z=17 (K) ² (L) ⁸ (M) ⁷	Ar Z=18 (K) ² (L) ⁸ (M) ⁸

Nous constatons que :

- ▶ les éléments pour lesquels la même couche électronique se remplit progressivement d'électrons appartiennent à la même période ;
- ▶ le numéro de la période à laquelle appartient l'élément correspond au nombre de couches électroniques remplies . Ainsi l'hydrogène H et l'hélium He appartiennent à la même période car pour ces deux éléments la couche K est remplie progressivement d'électrons ;
- ▶ la première période comporte deux éléments seulement car la couche K est saturée à deux électrons ;
- ▶ le lithium Li et le fluor F appartiennent à la deuxième période car pour ces deux éléments la couche K et la couche L sont remplies progressivement d'électrons ;
- ▶ la deuxième période comporte huit éléments car la couche L est saturée à huit électrons.

I-2-b - Constitution des groupes

Les éléments sont répartis dans des groupes en tenant compte de leurs structures électroniques externes. Ainsi les éléments ayant le même nombre d'électrons externes (de valence) appartiennent à un même groupe.

Par exemple l'hydrogène H, le lithium Li et le sodium Na appartiennent à un même groupe car ils ont tous un électron de valence. Il en est de même pour le fluor F et le chlore Cl qui ont sept électrons externes.

Le numéro du groupe est donné par le nombre d'électrons sur la couche externe.

Généralisation

Retenons



Dans le tableau de la classification périodique tous les éléments d'une même colonne ont le même nombre d'électrons sur la couche externe.

II - Notion de famille

Les éléments d'une même colonne du tableau de la classification périodique ont la même structure électronique externe. Cette similitude a-t-elle des conséquences sur leurs propriétés chimiques ?

II-1 -Famille des alcalins

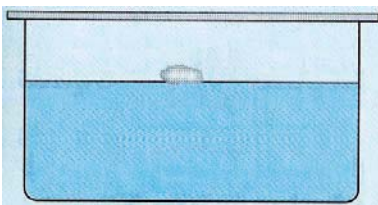
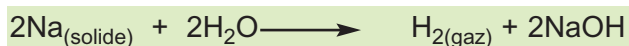
Les éléments de la première colonne du tableau simplifié de la classification périodique (**H, Li, Na, K, Cs, ...**) ont tous un seul électron sur la couche externe. Excepté l'hydrogène, les corps simples correspondant à ces éléments sont tous des métaux. Ils sont caractérisés par :

- ◆ un éclat métallique ;
- ◆ une grande conductibilité électrique et thermique ;
- ◆ une densité inférieure à celle de l'eau.



II-1-a Réaction du lithium , du sodium ou du potassium avec l'eau

Le lithium (Li), le sodium (Na) et le potassium (K) réagissent violemment avec l'eau en produisant du dihydrogène (H₂) gaz et l'hydroxyde métallique correspondant. Avec le sodium par exemple on obtient l'hydroxyde de sodium couramment appelé soude. L'équation chimique de la réaction mise en jeu est :



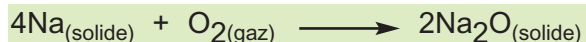
Réaction du sodium avec l'eau

Remarque

Comme la réaction du sodium avec l'eau est très dangereuse, il faut la réaliser impérativement sous la hotte en absence de flamme.

II-1-b Réaction du lithium , du sodium ou du potassium avec le dioxygène de l'air

Le lithium, le sodium et le potassium sont des solides mous qui peuvent être facilement coupés au couteau. Par exemple un morceau de sodium fraîchement coupé présente un éclat caractéristique des métaux. Si on maintient ce morceau au contact de l'air, il se ternit lentement car il réagit avec le dioxygène de l'air. L'équation chimique de la réaction observée est :



Remarque

Le lithium, le sodium et le potassium sont conservés dans du pétrole ou de l'huile de vaseline pour les protéger de l'humidité et de l'action de l'air.

II-1-c Conclusion

Retenons



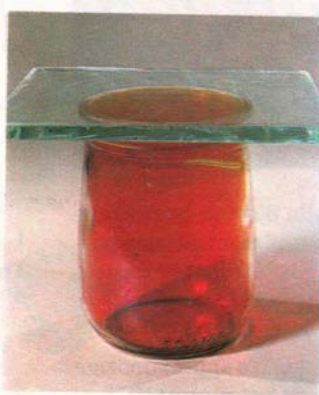
Mis à part l'hydrogène, les éléments de la première colonne du tableau de la classification périodique ont des propriétés chimiques voisines. Ils forment la famille des alcalins.

II-2 - Famille des halogènes

Les éléments de la 7^{ème} colonne du tableau simplifié de la classification périodique (F , Cl , Br , I , ...) ont tous 7 électrons sur la couche externe. Les corps simples correspondants à ces éléments sont constitués de molécules diatomiques (F₂ , Cl₂ , Br₂ , I₂ ; ...). Ils sont faiblement solubles dans l'eau et plus solubles dans un solvant organique tel que le cyclohexane.



**Le dichlore Cl₂
est un gaz.**



**Le dibrome Br₂
est un liquide.**



**Le diiode I₂
est un solide.**

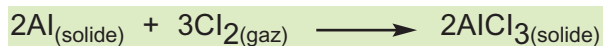
II-2-a Réaction entre le dichlore ,le dibrome ou le diiode avec l'aluminium

Les expériences suivantes doivent être réalisées sous la hotte car les vapeurs émises sont toxiques.

Réaction entre le dichlore et l'aluminium

Plaçons de l'aluminium en poudre dans un creuset à combustion et chauffons le métal à la flamme d'un bec Bensen (figure 1) .

Introduisons le creuset dans un flacon sec contenant du dichlore (figure 2). L'aluminium réagit avec le dichlore en produisant une fumée blanche formée de chlorure d'aluminium AlCl₃ qui résulte de la combinaison de l'aluminium Al avec le dichlore Cl₂. L'équation chimique de la réaction observée est :



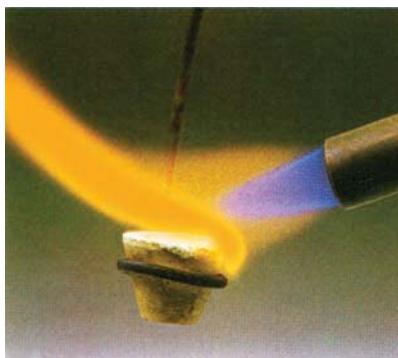


Figure 1



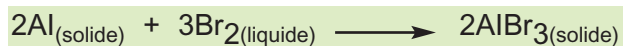
Figure 2

Réaction entre le dibrome et l'aluminium

Plaçons un peu de poudre d'aluminium dans un erlenmeyer et versons-y quelques gouttes de dibrome.

La réaction démarre au bout de quelques instants et produit une fumée rouge de bromure d'aluminium $AlBr_3$.

L'équation chimique de la réaction observée est :

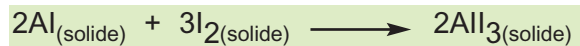


Réaction du dibrome avec de l'aluminium

Réaction entre le diiode et l'aluminium

Dans un mortier bien sec mélangeons soigneusement du diiode et de l'aluminium en poudre . A l'aide d'une pipette ajoutons quelques gouttes d'eau au mélange. Une réaction vive se déclenche et il se produit une fumée violette d'iodure aluminium AlI_3 .

L'équation chimique de la réaction observée est :



Réaction du diiode avec de l'aluminium

Retenons



Le dichlore, le dibrome et le diiode réagissent avec l'aluminium en donnant des corps composés de formules similaires.

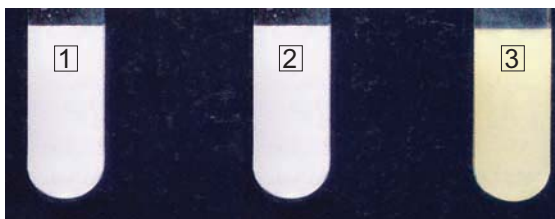
II-2-b Réaction entre les ions chlorure, bromure ou iodure avec les ions argent

Expérience

Dans trois tubes à essais, numérotés de 1 à 3, contenant respectivement 1 mL d'une solution de chlorure de potassium ($K^+ + Cl^-$) ; 1 mL d'une solution de bromure de potassium ($K^+ + Br^-$) et 1 mL d'une solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$), ajoutons quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent ($Ag^+ + NO_3^-$).

Observation

Il se forme un précipité blanc dans les tubes 1 et 2 et un précipité jaune pâle dans le tube 3. Les précipités blancs noircissent lorsqu'on les expose à la lumière.



Formation d'un précipité blanc dans les tubes 1 et 2 et d'un précipité jaune pâle dans le tube 3

Interprétation

Les ions Cl^- , Br^- et I^- réagissent avec les ions Ag^+ et donnent respectivement un précipité de chlorure d'argent ($AgCl$), de bromure d'argent ($AgBr$) et d'iodure d'argent (AgI). Les équations chimiques des réactions observées sont :



Retenons



Les ions chlorure, bromure ou iodure réagissent de la même manière avec les ions argent en donnant un chlorure d'argent ou de bromure précipité d'argent ou d'iodure d'argent.

II-2-c -Conclusion

Retenons



Les éléments de la 7^{ème} colonne du tableau simplifié de la classification périodique ont des propriétés chimiques voisines. Ils forment la famille des halogènes.

II-3 - Famille des gaz rares

Les éléments de la 8^{ème} colonne du tableau simplifié de la classification périodique (He , Ne , Ar , Kr ,...) ont tous **8** électrons sur la couche externe à l'exception de l'hélium qui n'en a que **2**. A température et pression ordinaires, les corps simples correspondant à ces éléments sont des gaz qui existent dans l'atmosphère terrestre en faible proportion : on les appelle des **gaz rares**.

Les gaz rares sont caractérisés par une réactivité chimique quasi nulle, ce qui confirme leur monoatomicité.

Retenons



Les éléments de la 8^{ème} colonne du tableau simplifié de la classification périodique sont chimiquement inertes. Ils forment la famille des gaz rares.

II-4 -Conclusion

Retenons



Dans chaque colonne de la classification périodique, les éléments ont la même structure électronique externe et des propriétés chimiques voisines.

L'ESSENTIEL DU COURS

- Dans le tableau de la classification périodique, les éléments sont classés en lignes par numéro atomique croissant. Les atomes des éléments d'une même colonne ont le même nombre d'électrons sur la couche externe.
- Mis à part l'hydrogène, les éléments de la première colonne du tableau de la classification périodique ont des propriétés chimiques voisines. Ils forment la famille des alcalins.
- Les éléments de la 7^{ème} colonne du tableau simplifié de la classification périodique ont des propriétés chimiques voisines. Ils forment la famille des halogènes.
- Les éléments de la 8^{ème} colonne du tableau simplifié de la classification périodique forment la famille des gaz rares.
- Les propriétés chimiques d'un élément dépendent de la structure électronique externe de l'atome correspondant.



Naviguons

<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/grimoire.html>
<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/Carrefour/>
<http://www.cspatriotes.qc.ca/cemisea/fichiers/sciences.htm>

EXERCICE RESOLU

ENONCE

L'élément chlore se situe juste en dessous de l'élément fluor dans la classification périodique. Le numéro atomique de l'élément fluor est $Z=9$.

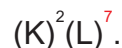
- 1) Donner la structure électronique de l'atome de fluor.
- 2) En déduire :
 - a) le nombre d'électrons de la couche externe de l'atome de chlore ;
 - b) la structure électronique de l'atome de chlore ;
 - c) le numéro atomique de l'élément chlore .
- 3) A quelle famille chimique appartiennent les éléments fluor et chlore ?

CONSEILS

- ▶ On détermine le nombre d'électrons d'un atome à partir du numéro atomique de l'élément correspondant.
- ▶ On identifie la ligne à laquelle appartient un élément pour déterminer la couche externe de l'atome correspondant.

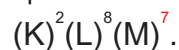
SOLUTION

1- Le numéro atomique de l'élément fluor est $Z=9$, alors un atome de fluor possède 9 électrons. La structure électronique du fluor est :



2- a) L'élément chlore est dans la même colonne que l'élément fluor dans la classification périodique ; donc le chlore possède 7 électrons sur la couche externe .

b) L'élément chlore est juste en dessous de l'élément fluor dans la classification périodique. Donc la couche externe du chlore est la couche M. La structure électronique du chlore est :



c) D'après sa structure électronique l'atome de chlore possède $2+8+7=17$ électrons. Le numéro atomique de l'élément chlore est $Z=17$.

3- Les éléments fluor et chlore appartiennent à la famille des halogènes.

EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REpondre par VRAI ou FAUX

- 1) Dans la classification périodique, les éléments chimiques sont classés par numéro atomique croissant.
- 2) Les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur la couche externe sont placés dans la même ligne de la classification périodique.
- 3) Les éléments d'une même colonne forment une famille chimique.
- 4) Les atomes des éléments d'une même famille chimique ont le même nombre d'électrons sur la couche externe.
- 5) Les éléments d'une même ligne de la classification périodique ont des propriétés chimiques voisines.
- 6) L'élément sodium est dans la première colonne de la classification périodique : c'est un halogène.
- 7) Les halogènes ont un seul électron sur la couche externe.
- 8) Les métaux alcalins réagissent violemment avec l'eau.
- 9) La colonne des gaz rares suit celle des halogènes.
- 10) Les propriétés chimiques d'un élément dépendent du nombre de couches électroniques de l'atome correspondant.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse

Q.C.M. N° 1

Les éléments fluor, chlore, brome et iode appartiennent à la famille des :

- a) alcalins ;
- b) halogènes ;
- c) gaz rares .

Q.C.M. N° 2

Tous les atomes des gaz rares ont le même nombre d'électrons sur la couche externe, sauf l'atome:

- a) de néon ;
- b) d'hélium ;
- c) d'argon.

Q.C.M. N° 3

Les alcalins se trouvent dans la classification périodique à la :

- a) première colonne ;
- b) deuxième colonne ;
- c) dernière colonne.

Q.C.M. N° 4

Les éléments de la dernière colonne de la classification périodique forment la famille des :

- a) gaz rares ;
- b) alcalins ;
- c) halogènes.

Q.C.M. N° 5

Les atomes des éléments appartenant à la même ligne dans le tableau de la classification périodique ont le même nombre :

- d'électrons sur la couche externe ;
- de couches occupées par les électrons ;
- de charge.

Q.C.M. N° 6

Les propriétés chimiques d'un élément dépendent du nombre :

- d'électrons de la couche externe de l'atome correspondant ;
- d'électrons des couches internes de l'atome correspondant ;
- de masse.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- Dans la classification périodique ,les éléments chimiques sont classés en lignes par
.....croissant .Les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur la couche externe sont placés dans la même.....
- Les éléments d'une même colonne forment une.....chimique.
Dans la première colonne on trouve les éléments de la famille des.....
Dans la septième colonne on trouve les éléments de la famille des.....
Dans la dernière colonne on trouve les éléments de la famille des.....
- Les atomes des éléments d'une même famille ont led'électrons sur la couche externe.
- Le lithium,le sodium et le potassium sont des éléments de la famille des.....Le fluor, le chlore et l'iode sont des éléments de la famille des.....L'hélium, le néon et l'argon sont des éléments de la famille des.....

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

Le silicium Si a pour numéro atomique $Z=14$.

- Donner la structure électronique de l'atome correspondant.
- Dans le tableau de la classification périodique on trouve ,juste à la droite du silicium et dans l'ordre,les éléments phosphore P, soufre S, chlore Cl et argon Ar.
 - Déterminer les numéros atomiques de ces éléments.
 - En déduire les structures électroniques des atomes correspondants.

Exercice n° 2

L'atome d'un élément X a pour structure électronique $(K)^2(L)^7$.

- 1) A quelle période et à quelle colonne appartient cet élément ?
- 2) Quel est son numéro atomique ?
- 3) En utilisant le tableau de la classification périodique, identifier cet élément en donnant son symbole.

Exercice n° 3

L'atome d'un élément X possède 7 électrons sur sa couche externe.

- 1) Sachant que cette couche est la couche L, établir la structure électronique de l'atome X et déterminer son numéro atomique.
- 2) Localiser cet élément dans le tableau de la classification périodique et l'identifier par son nom et son symbole.
- 3) Citer, en s'aidant du tableau de la classification, deux autres éléments ayant la même structure électronique externe que l'élément X.

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 4

On considère les éléments représentés par un chiffre romain et dont le numéro atomique est précisé ci-dessous :

Élément	I	II	III	IV	V	VI	VII
Numéro atomique	3	5	9	10	11	17	18

- 1) Établir la structure électronique des atomes correspondant à ces éléments.
- 2) En déduire le nombre d'électrons externes de chacun de ces atomes.
- 3) a) Parmi les éléments considérés, quels sont ceux qui appartiennent à une même famille ?
b) Donner le nom de chaque famille.

Exercice n° 5

Le chlore Cl, le brome Br et l'iode I appartiennent à la même famille chimique. Le corps simple correspondant à l'élément chlore est le dichlore Cl₂.

- 1) Quels sont les corps simples correspondant aux éléments brome Br et iode I ?
- 2) L'action du dichlore sur l'aluminium Al donne le trichlorure d'aluminium AlCl₃. Que donne l'action du dibrome et du diiode sur l'aluminium ?

EXERCICE DOCUMENTAIRE

LES GAZ RARES

En 1869 Dmitri Mendeleïev a établi un tableau de classification ne comportant que dix sept colonnes alors que le tableau actuel en comporte dix huit. Celle des gaz rares n'y figurait pas. Ceux-ci étant chimiquement inertes, Mendeleïev ne pouvait pas prédire leur existence.

Ce n'est qu'en 1894 que Rayleigh et Ramsay (prix Nobel de chimie en 1904) isolèrent le premier gaz rare, l'argon. Quelques mois plus tard Ramsay fait de même pour l'hélium. Il continua son travail, et en distillant de l'air liquide, il isola le krypton, le néon et le xénon.

En 1913, l'étude des rayons X émis par les atomes a conduit à la définition du numéro atomique Z d'un élément qui devient un critère de la classification actuelle.

Questions

- 1) Combien de colonnes comportait le tableau de la classification de Mendeleïev ?
- 2) Pourquoi Mendeleïev n'a pas prédit l'existence des gaz rares ?
- 3) Quel est le premier gaz rare qui a été isolé ?
- 4) Quels sont les gaz rares cités dans ce texte ?
- 5) En exploitant le tableau actuel de la classification, dégager le gaz rare non isolé par Rayleigh et Ramsay.
- 6) Quel est le critère cité dans le texte qui est utilisé pour l'édification du tableau périodique de la classification actuelle des éléments ?

DOCUMENT DOCUMENT

LA CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS

Au 18^{ème} siècle, les chimistes avaient découvert 33 éléments sur les 92 qui existent dans la nature. Ce n'est qu'au siècle suivant qu'on commença à les classer suivant leurs propriétés chimiques.

En 1817, Johann Doberner rassembla des éléments chimiques en groupes de trois (triades), tels que le lithium, le sodium et le potassium ou le chlore, le brome et l'iode. Mais ce sont le polonais Julius Lothar Myer et le russe Dimitri Mendeleïev qui, séparément entre 1868 et 1869 présentèrent un tableau de classement des éléments connus.

Laissant des cases disponibles pour les découvertes futures, Mendeleïev modifia l'évaluation des masses de 26 éléments afin qu'ils s'intègrent bien dans sa classification. Les trois cases qu'il laissa vides furent occupées par le gallium (1875), le germanium (1866) et plus tard le technétium (1937).

Entre 1894 et 1898, toute une famille d'éléments chimiquement inertes, les gaz rares, fut découverte par William Ramsay et Johann Rayleigh et incorporée dans le tableau de la classification périodique.

D'après « La Recherche »
Janvier 2005



LES SOLUTIONS AQUEUSES ACIDES ET BASIQUES

Chapitre 1

Caractéristiques (mg/l)	التركيب (مليغرام/لتر)
Bele Totale à 115°C	300
Calcium	40
Magnesium	30
Sodium	30
Potassium	5
Dicarbonates	643
Sulfates	90
Chlorures	45
Nitrates	31
Fluorures	1,0
pH	7,8

LE pH DES SOLUTIONS AQUEUSES

Chapitre 2



REACTIONS DES SOLUTIONS ACIDES ET BASIQUES

LE pH DES SOLUTIONS AQUEUSES

Caractéristiques (mg/l)	التركيبية (ملغ/ل)
Sels Totaux à 110°C	386 جملة الأملاح المعدنية
Calcium	48 الكالسيوم
Magnésium	28 المانيزيوم
Sodium	35 الصوديوم
Potassium	5 البوتاسيوم
Bicarbonates	143 البيكربونات
Sulfates	90 الكبريتات
Chlorures	46 الكلوريدات
Nitrates	21 النترات
Fluores	1,5 الفلوريدات
pH	7,5 الحموضة

Que signifie le terme pH qui figure sur l'étiquette comportant le résultat des analyses d'une eau minérale ?

PLAN DU CHAPITRE

I - Notion de pH

II- Mesure du pH d'une solution

- II-1- Mesure du pH à l'aide d'un papier pH
- II-2- Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre

III- Classification des solutions aqueuses

- III-1- Solutions neutres
- III-2- Solutions acides
- III-3- Solutions basiques
- III-4- pH de quelques solutions aqueuses
- III-5- Echelle de pH

IV- pH et concentration des solutions

- IV-1- Effet de la dilution d'une solution acide sur son pH
- IV-2- Effet de la dilution d'une solution neutre sur son pH
- IV-3- Effet de la dilution d'une solution basique sur son pH

PREREQUIS

- ◇ Solution, soluté et solvant
- ◇ Concentration molaire d'une solution

OBJECTIFS

- ◇ Reconnaître le caractère acide, basique ou neutre d'une solution aqueuse.
- ◇ Déterminer le pH d'une solution à l'aide d'un papier pH ou d'un pH-mètre.
- ◇ Vérifier l'effet d'une dilution sur le pH.

I - Notion de pH

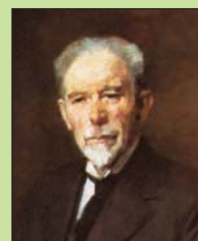
Une eau gazéifiée ou une eau citronnée est souvent qualifiée comme étant une solution "acide" ou une solution au goût "acide". A l'opposé, une eau de source non gazéifiée est qualifiée de solution "neutre".

Pour nous laver nous utilisons des solutions d'eau savonneuse qu'on qualifie souvent de "basiques".

Toute solution a donc un caractère acide, basique ou neutre.

Déterminer le caractère d'une solution par le goût n'est pas toujours précis et parfois dangereux. Pour cette raison on caractérise l'acidité ou la basicité d'une solution par la valeur de son pH qui est une grandeur pratique et facile à déterminer. Le pH a été introduit par le chimiste danois Sørensen et sa valeur permet de différencier les solutions acides, basiques et neutres.

Sørensen (1868-1939), chimiste danois, a introduit en 1909 le concept de pH.



Retenons



Le pH d'une solution aqueuse est une grandeur exprimée par un nombre sans unité. Il permet de caractériser l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse.

II - Mesure du pH d'une solution

On mesure le pH d'une solution aqueuse à l'aide d'un papier pH ou d'un pH-mètre.

II-1 - Mesure du pH à l'aide d'un papier pH

Le papier pH se présente sous la forme d'un rouleau ou de languettes. Le papier pH change de couleur suivant le pH de la solution testée.



Diverses présentations du papier pH

Pour déterminer le pH d'une solution, inconnue on procède de la manière suivante (méthode à la touche) :

● on place un morceau de papier pH, de quelques millimètres de longueur, dans une soucoupe propre déposée directement sur la paillasse ;

● on dépose sur le papier pH, à l'aide d'une baguette de verre, une goutte de la solution dont on désire déterminer le pH. Le papier prend une certaine teinte ;

● on compare la teinte prise par le papier pH à la gamme de couleurs témoin.



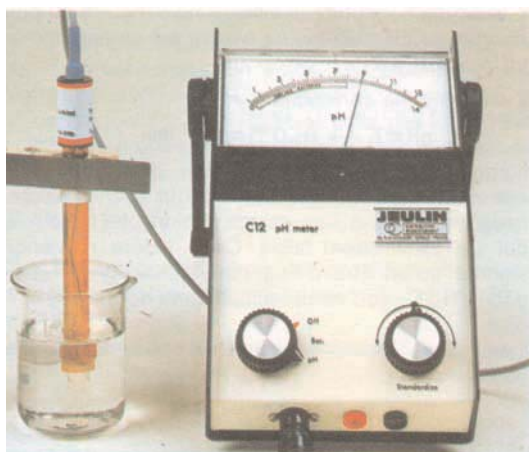
Détermination du pH à l'aide du papier pH : méthode à la touche

Remarque

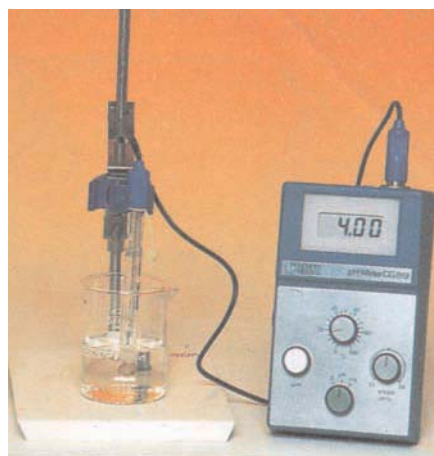
La mesure du pH à l'aide d'un papier pH est rapide mais peu précise : la valeur du pH est déterminée à 0,5 ou à 1 unité près.

II-1 - Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre

Un pH-mètre est constitué d'une sonde de mesure reliée à un dispositif électronique contenu dans un boîtier.



Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre à aiguille



Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre digital

Pour mesurer le pH d'une solution, on plonge la sonde dans cette solution et on lit directement la valeur du pH.

Avant et après chaque utilisation, la sonde doit être rincée à l'eau distillée.

Remarque

La mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre est rapide et précise : la valeur du pH est déterminée à 0,1 ou à 0,01 unité près.

Etalonnage d'un pH-mètre

- ▶ Avant d'être utilisé, un pH-mètre doit être étalonné.
La sonde est introduite dans une première solution de pH connu, par exemple 7. A l'aide d'un premier bouton de réglage (standardisation), on affiche la valeur du pH de la solution (7 pour notre exemple).
- ▶ Après avoir rincé la sonde à l'eau distillée, on répète l'opération avec une deuxième solution de pH égal à 9 et une troisième solution de pH égal à 4 par exemple et on affiche les valeurs du pH à l'aide d'un deuxième bouton. La température est réglée sur celle des solutions déterminée avec un thermomètre.
- ▶ Le pH-mètre est alors étalonné et prêt à mesurer le pH d'une solution inconnue.

III - Classification des solutions aqueuses

III-1 - Solutions neutres

III-1-a pH de l'eau pure

Si on détermine, à 25°C, le pH de l'eau pure fraîchement distillée et maintenue à l'abri de l'air, on trouve une valeur égale à 7. On dit que l'eau constitue un milieu neutre.

III-1-b pH de l'eau salée

La mesure du pH d'une eau salée, à 25°C, donne une valeur égale à 7. Cette valeur est la même que celle du pH de l'eau pure ; l'eau salée est une solution neutre.

Généralisation

Retenons



Toute solution aqueuse dont le pH, mesuré à 25°C, est égal à 7 est dite solution neutre.

III-2 - Solutions acides

Nous savons, par le goût, qu'une solution aqueuse d'un jus de citron a un caractère acide. La mesure de son pH, à 25°C, donne une valeur inférieure à 7. **Le caractère acide** de la solution se traduit par une valeur du **pH inférieure à 7**.

Généralisation

Retenons



Toute solution aqueuse dont le pH, mesuré à 25°C, est inférieur à 7 est dite solution acide.

III-3- Solutions basiques

La mesure du pH d'une solution de soude, à 25°C, donne une valeur supérieure à 7. Cette solution est dite solution basique.

Généralisation

Retenons



Toute solution aqueuse dont le pH, mesuré à 25°C, est supérieur à 7 est une solution basique.

III-4- pH de quelques solutions aqueuses

- ◆ Préparons des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique, de vinaigre, d'eau savonneuse, d'ammoniac, d'eau citronnée et d'eau minérale.
- ◆ Préparons également six morceaux de papier pH ayant chacun une longueur voisine de 0,5 cm.
- ◆ Comparons les teintes obtenues quand on dépose une goutte de chacune des solutions précédentes sur le papier pH avec la gamme de couleurs témoins.

Nous constatons que :

- les solutions d'acide chlorhydrique, de vinaigre et d'eau citronnée ont un pH inférieur à 7 : ce sont des solutions acides ;
- la solution d'eau minérale a un pH égal à 7 : c'est une solution neutre ;
- les solutions d'eau savonneuse et d'ammoniac ont un pH supérieur à 7 : ce sont des solutions basiques.

III-5- Echelle de pH

Dans le tableau ci-dessous on donne le pH de quelques solutions couramment utilisées soit dans l'alimentation, soit dans les travaux domestiques :

Solution	pH approximatif
Acide pour batterie	1
Jus de citron	2,3
Boisson gazeuse	2,5
Vinaigre	3
Jus d'orange	3,5
Jus de tomate	5
Eau de pluie	6

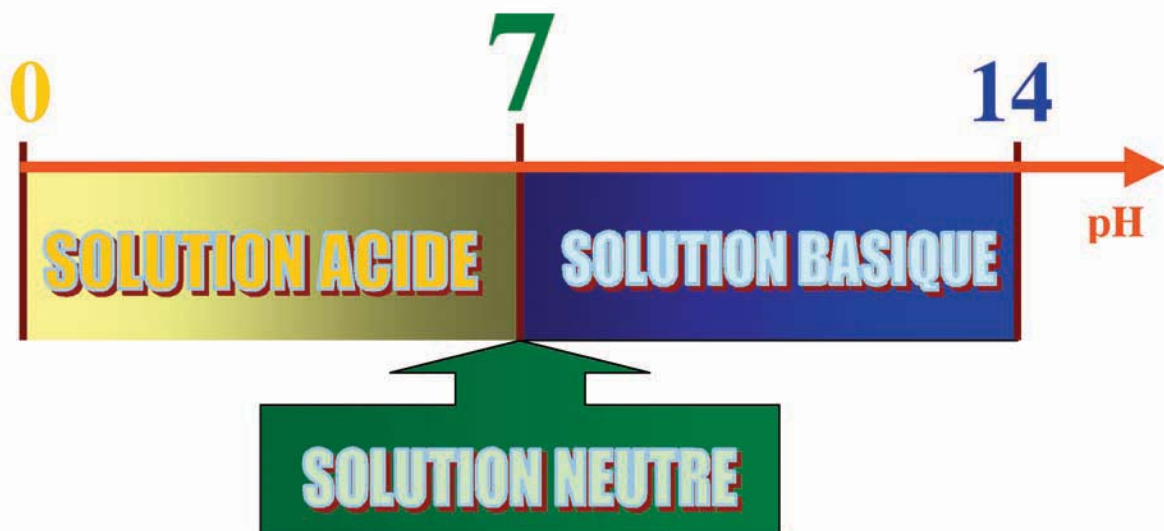
Solution	pH approximatif
Lait de vache	6,5
Eau distillée	7
sang	7,4
Eau de mer	8,3
Lait de magnésie (antiacide)	10,5
Eau de javel concentrée	10,6
Eaux de lavage (savons et détergents)	9 à 11
Ammoniac	11
Déboucheur de tuyaux	12 à 13

Nous constatons que le pH de ces solutions est compris entre 1 et 14 environ. Il existe des solutions dont le pH peut être égal à 0 à 25°C.

Retenons



A 25°C, le pH d'une solution aqueuse diluée est compris entre 0 et 14. Les solutions acides ont un pH inférieur à 7, les solutions basiques ont un pH supérieur à 7. Le pH des solutions neutres est égal à 7.



Remarque

La mesure du pH d'une eau salée à 25° C et à 60° C donne respectivement 7 et 6,5.

Le pH d'une solution dépend donc de la température.

IV - pH et concentration des solutions

IV-1 - Effet de la dilution d'une solution acide sur son pH

- ◇ Versons , dans un bécher de 100 mL, 20 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. La mesure du pH de cette solution donne $\text{pH}_0=2$. Il s'agit d'une solution acide.
- ◇ Diluons la solution précédente par des ajouts successifs d'eau et mesurons à chaque fois le pH de la solution obtenue.

Nous constatons que le pH augmente après chaque ajout d'eau tout en restant inférieur à 7 à 25° C. La dilution de la solution d'acide chlorhydrique fait augmenter son pH.

Généralisation

Retenons



Lorsqu'on dilue une solution acide son pH augmente tout en restant inférieur à 7 à 25° C.

IV-2 - Effet de la dilution d'une solution neutre sur son pH

- ◇ Versons , dans un bécher de 100 mL , 20 mL d'une solution de chlorure de sodium de concentration $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. La mesure du pH de cette solution donne $\text{pH}_0=7$. Il s'agit d'une solution neutre.
- ◇ Diluons la solution précédente par des ajouts successifs d'eau et mesurons à chaque fois le pH de la solution obtenue.

Nous constatons qu'après chaque ajout d'eau le pH reste constant et égal à 7 à 25° C. La dilution de la solution de chlorure de sodium ne modifie pas son pH.

Généralisation

Retenons



Lorsqu'on dilue une solution neutre son pH reste constant et égal à 7 à 25° C.

IV-3 - Effet de la dilution d'une solution basique sur son pH

- ◇ Versons, dans un bécher de 100 mL, 20 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. La mesure du pH de cette solution donne $\text{pH}_0=12$: il s'agit d'une solution basique.
- ◇ Diluons la solution précédente par des ajouts successifs d'eau et mesurons à chaque fois le pH de la solution obtenue.

Nous constatons que le pH diminue après chaque ajout d'eau tout en restant supérieur à 7 à 25° C. La dilution de la solution de soude fait diminuer son pH.

Généralisation

Retenons



Lorsqu'on dilue une solution basique son pH diminue tout en restant supérieur à 7 à 25°C.

L'ESSENTIEL DU COURS

- Le pH d'une solution aqueuse est une grandeur exprimée par un nombre sans unité . Pour les solutions diluées, sa valeur est comprise entre 0 et 14 à 25° C.
- On mesure le pH d'une solution aqueuse à l'aide d'un papier pH ou d'un pH-mètre.
- A 25° C :
 - ⊗ une solution acide a un pH inférieur à 7 ;
 - ⊗ une solution neutre a un pH égal à 7 ;
 - ⊗ une solution basique a un pH supérieur à 7.
- Lorsqu'on dilue une solution acide son pH augmente tout en restant inférieur à 7 à 25° C.
- Lorsqu'on dilue une solution neutre son pH reste constant et égal à 7 à 25° C.
- Lorsqu'on dilue une solution basique son pH diminue tout en restant supérieur à 7 à 25° C.



<http://www.ac-grenoble.fr/risqmaj/realisations /38/pompidou/2001/3apH.htm>

<http://www.appa-ds.com/cdrom/dossiers/dos08elv.htm>

<http://www.ac-nantes.fr:8080/peda/disc/scphy/ dochtml/ 3ieme/chouroug/mesures.htm>

EXERCICE RESOLU

ENONCE

On dispose d'un flacon de jus de citron du commerce.

Afin de préparer trois verres de citronnade à partir de ce jus, on verse le même volume de jus de citron dans trois verres notés A, B et C, puis on ajoute à chaque verre de l'eau.

La mesure du pH, à 25°C, des solutions obtenues donne :

Verre	A	B	C
pH	2,8	3,0	3,1

- 1) Ces trois solutions sont elles acides, basiques ou neutres ? Justifier.
- 2) A quoi est due la différence observée entre les valeurs du pH ?
- 3) Quel est le verre qui contient la solution la plus diluée ?
- 4) Pour rendre les valeurs de pH identiques pour le contenu des trois verres, on ajoute de l'eau à deux d'entre eux. Lesquels ?

CONSEILS

- ▶ Savoir que le pH d'une solution acide, à 25°C, est inférieur à 7.
- ▶ Savoir que lorsqu'on dilue une solution acide son pH augmente.

SOLUTION

- 1)- Les valeurs du pH des trois solutions sont inférieures à 7 à 25°C, alors ces solutions sont acides.
- 2)- Une citronnade est obtenue en ajoutant au jus de citron de l'eau. Les trois citronnades renfermant le même volume de jus de citron et n'ayant pas le même pH, alors les volumes d'eau ajoutés ne sont pas les mêmes.
- 3)- La solution acide la plus diluée est celle qui a le pH le plus grand, donc la citronnade du verre C est la plus diluée.
- 4)- Les valeurs du pH des citronnades contenues dans les verres A et B sont inférieures à celle contenue dans le verre C. En ajoutant de l'eau aux contenus des verres A et B leur pH augmente et peut atteindre 3,1.

EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REpondre par VRAI OU FAUX

- 1) Le pH s'exprime par un nombre sans unité.
- 2) A 25° C le pH d'une solution aqueuse est compris entre 0 et 14.
- 3) La détermination du pH par le papier pH est plus précise que celle obtenue par le pH-mètre.
- 4) Une solution acide a un pH supérieur à 7.
- 5) Le pH d'une solution neutre est égal à 7.
- 6) Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique a un pH égal à 8 à 25° C.
- 7) A la même température, le pH d'une solution acide est supérieur à celui d'une solution basique.
- 8) Le pH d'une solution acide diminue lorsqu'on lui ajoute de l'eau.
- 9) La dilution d'une solution neutre modifie son pH.
- 10) Le pH d'une solution basique diminue quand on la dilue.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse.

Q.C.M. N° 1

A 25° C une solution aqueuse d'acide chlorhydrique a un pH :

- a) supérieur à 7 ;
- b) inférieur à 7 ;
- c) égal à 7.

Q.C.M. N° 2

Le pH d'une boisson gazeuse est égal à 2,4. Cette boisson est une solution :

- a) acide ;
- b) neutre ;
- c) basique.

Q.C.M. N° 3

Le pH du lait de vache est compris entre 6,6 et 6,8. Ce lait est :

- a) acide ;
- b) neutre ;
- c) basique.

Q.C.M. N° 4

La dilution d'une solution aqueuse fait augmenter son pH. Cette solution est une solution :

- a) acide ;
- b) neutre ;
- c) basique.

Q.C.M. N° 5

Une solution de chlorure de sodium est neutre. Lorsqu'on la dilue son pH :

- a) augmente ;
- b) diminue ;
- c) reste constant.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) Le pH d'une solution nous renseigne sur son caractère.....ou
- 2) On mesure le pH d'une solution à l'aide du.....ou du.....
- 3) A 25°C le pH d'une solution aqueuse est compris entreet..... Une solution a un pH inférieur à 7. Une solution a un pH supérieur à 7. Une solution a un pH égal à 7.
- 4) Suite à une dilution, le pH d'une solution acide....., celui d'une solution basique et celui d'une solution neutre.....
- 5) Le papier pH change de selon le pH.

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

Les pH des solutions sont mesurés à 25°C.
Reproduire et compléter le tableau suivant.

Solution	pH	Caractère de la solution (acide, basique ou neutre)
Eau de javel	11,1	
limonade	4,2	
Vinaigre	3	
Déboucheurs de tuyaux	12 à 13	
Eau de pluie	6	
Serum physiologique	7	
Lait de magnésie (antiacide)	10,5	
Eau distillée	7	
Eaux de lavage (savons et détergents)	9 à 11	

Exercice n° 2

On donne les solutions suivantes et leurs caractères

Solution	Caractère de la solution
Jus de citron	acide
Jus de tomate	acide
Détergent	basique
Chaux	basique
Chlorure de sodium	neutre

Le pH de chaque solution, à 25° C, est-il inférieur, supérieur ou égal à 7 ?

Exercice n° 3

On a mesuré, à 25°C, le pH de quatre solutions avec un pH-mètre :

- ◇ solution n° 1 $\text{pH}_1=6,7$
- ◇ solution n° 2 $\text{pH}_2=11,2$
- ◇ solution n° 3 $\text{pH}_3=7$
- ◇ solution n° 4 $\text{pH}_4=3,1$

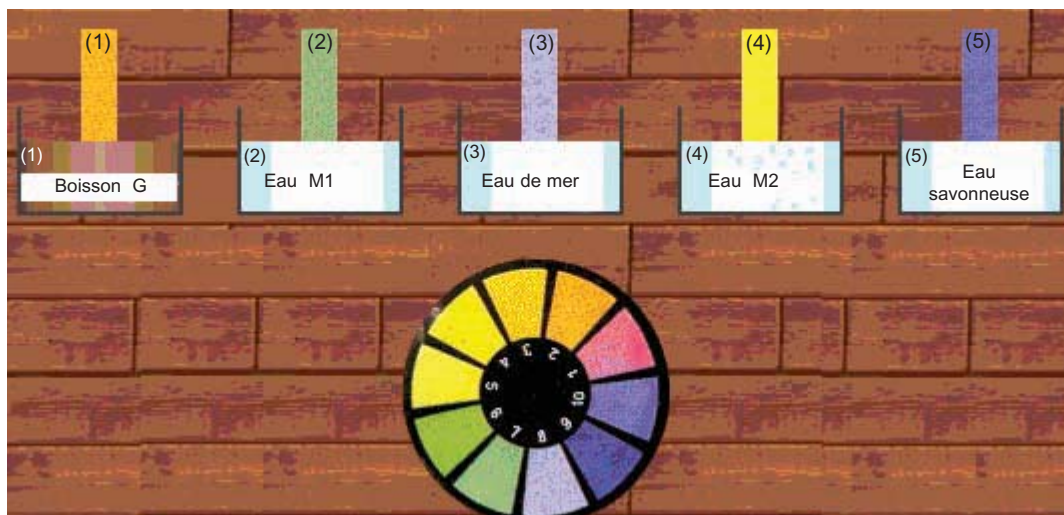
- 1) Donner le caractère acide, basique ou neutre de chaque solution.
- 2) Placer ces solutions sur une échelle de pH graduée de 0 à 14.

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 4

On utilise un papier pH pour déterminer le pH de cinq solutions.

La couleur prise par le papier pH avec chaque solution est reproduite dans la photo ci-dessous :



- 1) Déterminer le pH de chaque solution.
- 2) Classer ces solutions en solutions acides, basiques ou neutres.
- 3) Parmi ces solutions quelle est celle dont le pH reste constant lorsqu'on lui ajoute de l'eau ?

EXERCICE DOCUMENTAIRE

pH et industrie alimentaire

Le pH joue un rôle très important dans notre vie quotidienne, comme le montrent ces quelques exemples limités aux solutions acides .

Dans l'industrie alimentaire

- ◇ Le pH des fruits et légumes est acide : 2,3 pour le citron , 3 pour le pamplemousse , 3,1 pour le raisin , 3,5 pour l'orange , 3,6 pour la pêche , 4,3 pour la tomate , 4,6 pour la banane, 5 pour les haricots , 5,2 pour les carottes , 5,6 pour les pommes de terre.

- ◇ Le lait de vache a un pH compris entre 6,3 et 6,7. La mesure du pH est une opération quotidienne dans les industries laitières. Une très faible quantité de lait trop acide peut faire cailler tout le lait d'une cuve.

Questions

- 1) Comparer à 7 le pH des fruits et légumes cités dans le texte ?
- 2) Classer ces fruits et légumes selon leurs pH croissants.
- 3) Pour quelle raison on mesure quotidiennement le pH du lait dans les industries laitières ?

DOCUMENT

Le pH dans notre vie quotidienne

Le terme de pH est de plus en plus souvent utilisé, en chimie bien sûr, en biologie, en agriculture, en océanologie et même en publicité. Tout cela à propos des fabrications industrielles, des produits ménagers, des eaux que nous buvons, du corps humain, des cosmétiques, des sols, des océans... Bref, le pH est une mesure indispensable dans de nombreux domaines. Nous nous intéresserons ici à la biologie, à l'océanologie et à l'agriculture.

pH et biologie

Le pH du sang : il doit rester fixé à une valeur voisine de 7,4 sous peine de mort. Une alimentation riche en viande ou un gros effort musculaire sont acidifiants. Une alimentation végétarienne et le travail digestif élèvent le pH. Le corps assure lui-même sa régulation avec des solutions «tampons », contenues surtout dans le plasma, qui maintiennent le pH constant.

Le pH de la salive : il est optimal à 6.9 et la salive devient inactive pour un pH inférieur à 4, donc n'agit plus dans l'estomac.

Le pH dans l'estomac : il est celui de l'acide chlorhydrique sécrété et peut être voisin de 1.

Le pH des enzymes : les solutions des enzymes sécrétées par l'estomac et le pancréas, ont une activité maximale pour un pH précis, 2 pour l'estomac et 6 pour le pancréas. Ces enzymes servent à la digestion des aliments.

Le pH dans l'intestin grêle : il varie entre 6 et 7, il est donc pratiquement neutre en fin de digestion.

Le pH des urines : les éliminations des solutions du corps se font surtout dans les urines. Les urines ont un pH variable, en fonction des solutions éliminées, entre 4,5 et 8.

pH et océanographie

L'eau de mer est une solution de chlorure de sodium en majorité, mais elle contient d'autres ions. Son pH est compris entre 7,6 et 8,4 : elle est donc légèrement basique. Si la concentration en ions H_3O^+ augmente, le pH devient égal à 7 et c'est ce qui se produit lorsque la glace des pôles fond en augmentant le volume d'eau douce dans l'eau salée.



Cette chute de pH pourrait expliquer les migrations saisonnières de certains poissons qui ne peuvent vivre que dans des eaux de mer de pH défini.

A l'embouchure des fleuves, une crue peut également apporter une grande quantité d'eau douce ou des produits polluants et le milieu marin aquatique est alors menacé.

pH et agriculture

Pour mesurer le pH d'un sol, il faut en prélever plusieurs échantillons, dissoudre chacun dans de l'eau et utiliser un papier pH ou un pH-mètre.

On observe de grandes variations de pH suivant les terres : un sol calcaire est basique et un sol siliceux est acide.



Ce ne sont pas les mêmes plantes qui poussent sur ces terrains : la betterave sucrière aime les terres de pH compris entre 7,0 et 7,7. Les hortensias sont roses en milieu plutôt basique et bleus en milieu acide.

Si une terre est trop acide, elle devient aride.

On peut corriger l'acidité d'un sol en épandant de la chaux sur les sols calcaires et du fumier naturel ou du soufre sur les sols siliceux.

Chapitre 2

REACTIONS DES SOLUTIONS ACIDES ET BASIQUES



Piliers en marbre

Comment expliquer que les piliers de ce monument soient corrodés ?

PLAN DU CHAPITRE

I - Caractère ionique des solutions acides et basiques

- I-1- Les solutions acides et basiques sont-elles conductrices du courant électrique ?
- I-2- Les solutions acides ont-elles un ion en commun ?
- I-3- Les solutions basiques ont-elles un ion en commun ?

II- Réactions des solutions acides et basiques avec les métaux

- II-1- Réactions des solutions acides avec les métaux
- II-2- Réactions des solutions basiques avec les métaux

III- Réaction des solutions acides et basiques avec les matériaux non métalliques

- III-1- Exemples de matériaux non métalliques
- III-2- Réactions des solutions acides avec les matériaux non métalliques
- III-3- Réactions des solutions basiques avec les matériaux non métalliques

PREREQUIS

- ◇ Solutions acides et solutions basiques
- ◇ Concentration molaire d'une solution
- ◇ Equation d'une réaction chimique

OBJECTIFS

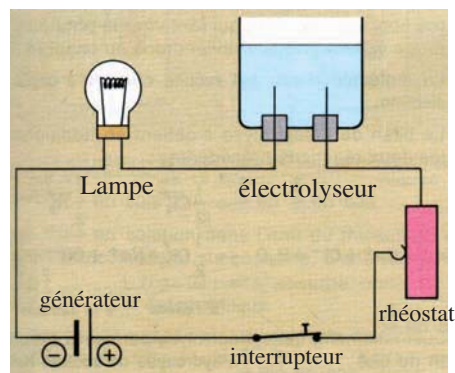
- ◇ Réaliser une réaction entre un métal et une solution acide ou basique et reconnaître un dégagement de dihydrogène.
- ◇ Citer des exemples de matériaux qui ne réagissent pas avec les solutions acides ou basiques.

I - Caractère ionique des solutions acides et basiques

I-1 - Les solutions acides et basiques sont-elles conductrices du courant électrique ?

Expérience

- ◆ Réalisons le circuit électrique comportant en série :
 - ▶ un générateur de courant continu (0 V - 30 V) ;
 - ▶ un interrupteur ;
 - ▶ un rhéostat ;
 - ▶ un électrolyseur ;
 - ▶ une lampe électrique (3W- 4,5 V).



- ◆ Plaçons dans la cuve de l'électrolyseur une solution aqueuse d'acide chlorhydrique.
- ◆ Fermons l'interrupteur et notons l'état de la lampe (allumée ou éteinte).
- ◆ Répétons cette même expérience en remplaçant successivement la solution d'acide chlorhydrique par une solution aqueuse :
 - ▶ d'acide sulfurique H_2SO_4 ;
 - ▶ d'acide éthanoïque CH_3CO_2H ;
 - ▶ de soude $NaOH$;
 - ▶ de potasse KOH ;
 - ▶ d'ammoniac NH_3 .

Notons à chaque fois l'état de la lampe.

Observation

Les résultats des différentes expériences sont regroupés dans les tableaux suivants :

Solutions acides	Etat de la lampe	Solutions basiques	Etat de la lampe
Acide chlorhydrique	Allumée	Soude	Allumée
Acide sulfurique	Allumée	Potasse	Allumée
Acide éthanoïque	Allumée	Ammoniac	Allumée

Interprétation

La lampe s'allume chaque fois que l'électrolyseur contient l'une des solutions acides ou basiques précédentes. Ces solutions conduisent le courant électrique, elles renferment donc des ions.

Généralisation

Retenons



Les solutions aqueuses acides et basiques conduisent le courant électrique : elles renferment des ions ; on dit qu'elles ont un caractère ionique.

I-2 - Les solutions acides ont-elles un ion en commun ?

I-2-a - Identification des ions d'une solution d'acide chlorhydrique

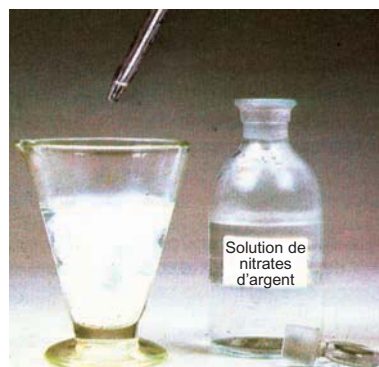
I-2-a-α - Présence des ions chlorure : test au nitrate d'argent

Expérience

Dans un verre à pied (ou un tube à essais) contenant quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique, versons quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$).

Observation

Il se forme un précipité blanc qui noircit à la lumière.

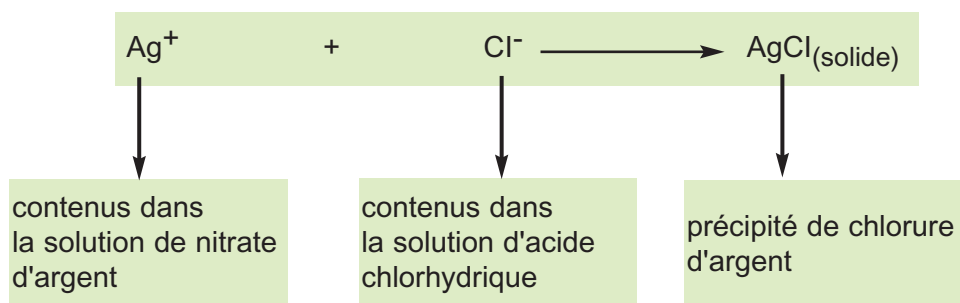


Une solution d'acide chlorhydrique réagit avec une solution de nitrate d'argent en donnant un précipité blanc de chlorure d'argent.

Interprétation

Le précipité blanc qui noircit à la lumière est le chlorure d'argent de formule AgCl . Il se forme par réaction entre les ions argent Ag^+ apportés par la solution de nitrate d'argent et les ions chlorure Cl^- qui ne peuvent provenir que de la solution d'acide chlorhydrique.

L'équation chimique de la réaction de précipitation est :



Ce test prouve que la solution d'acide chlorhydrique contient des ions chlorure Cl^- .

I-2-a-β -Présence des ions hydrogène H⁺

Le chlorure d'hydrogène gazeux, de formule HCl, en se dissolvant dans l'eau, libère des ions chlorure Cl⁻ par rupture de la liaison covalente H-Cl au contact de l'eau. Comme la solution aqueuse de cet acide est électriquement neutre, elle renferme nécessairement des ions hydrogène H⁺ en quantité égale à celle des ions chlorure. L'équation chimique de la réaction d'ionisation du chlorure d'hydrogène dans l'eau est :



Remarque

Les ions H⁺ et Cl⁻ formés sont entourés par des molécules d'eau en nombre variable. On dit qu'ils sont hydratés. L'ion H⁺ hydraté peut être représenté par H₃O⁺. L'équation chimique de la réaction d'ionisation de HCl dans l'eau peut s'écrire :



Retenons



La solution d'acide chlorhydrique renferme des ions chlorure Cl⁻ et des ions hydronium H₃O⁺.

I-2-b - Identification des ions d'une solution aqueuse d'acide sulfurique

I-2-b-α -Présence des ions sulfate SO₄²⁻ : test au chlorure de baryum

Expérience

Dans un tube à essais contenant quelques millilitres d'une solution aqueuse d'acide sulfurique H₂SO₄ ajoutons quelques gouttes d'une solution diluée de chlorure de baryum (Ba²⁺ + 2 Cl⁻).

Observation

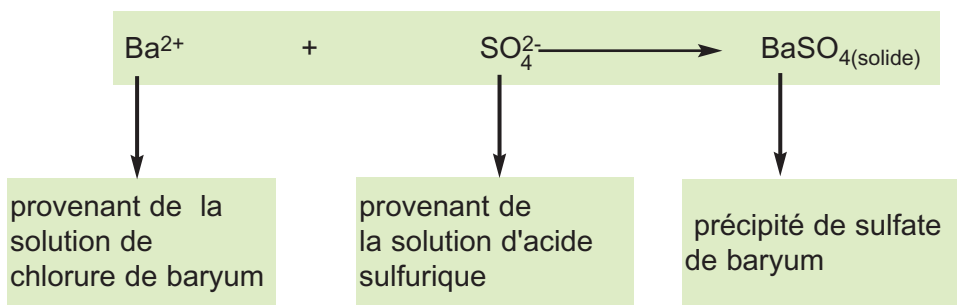
Un précipité blanc très dense se forme immédiatement.



Le précipité blanc de sulfate de baryum est obtenu par la réaction d'une solution d'acide sulfurique avec une solution de chlorure de baryum.

Interprétation

Le précipité blanc formé est le sulfate de baryum de formule BaSO₄. Il se forme par réaction entre les ions baryum Ba²⁺ apportés par la solution de chlorure de baryum et les ions sulfate SO₄²⁻ contenus dans la solution d'acide sulfurique, comme l'indique l'équation chimique suivante de la réaction de précipitation :



I-2-b-β -Présence des ions hydrogène H^+

L'acide sulfurique, de formule H_2SO_4 , en se dissolvant dans l'eau, libère des ions sulfate SO_4^{2-} .

Comme la solution aqueuse de cet acide est électriquement neutre, elle contient nécessairement des ions H^+ , qui associés à des molécules d'eau, forment des ions hydronium H_3O^+ . L'équation chimique d'ionisation de H_2SO_4 dans l'eau est :



Retenons



Une solution aqueuse d'acide sulfurique renferme des ions sulfate SO_4^{2-} et des ions hydronium H_3O^+ .

On constate que la solution aqueuse d'acide chlorhydrique et d'acide sulfurique contiennent toutes les deux des ions hydronium H_3O^+ et des ions négatifs différents.

Généralisation

Retenons



Toutes les solutions aqueuses acides renferment des ions hydronium H_3O^+ et des ions négatifs.

I-3 - Les solutions basiques ont-elles un ion en commun ?

I-3-a - Identification des ions dans une solution aqueuse de soude

I-3-a-α - Présence des ions sodium Na^+ : test à la flamme

Expérience

Trempons un fil d'acier (ou une tige de verre) dans une solution aqueuse de soude. Portons, à l'aide d'une pince, le fil trempé dans la flamme bleue pâle d'un bec Bunsen.

Observation

La flamme prend une teinte jaune.



La teinte jaune prise par la flamme révèle la présence de l'élément sodium dans la solution de soude.

Interprétation

La couleur jaune, prise par la flamme, est caractéristique de l'élément sodium, qui devrait être présent dans la solution aqueuse de soude sous forme d'ions sodium Na^+ .

I-3-a-β- Présence des ions hydroxyde OH^- : test de précipitation avec un cation métallique

Expérience

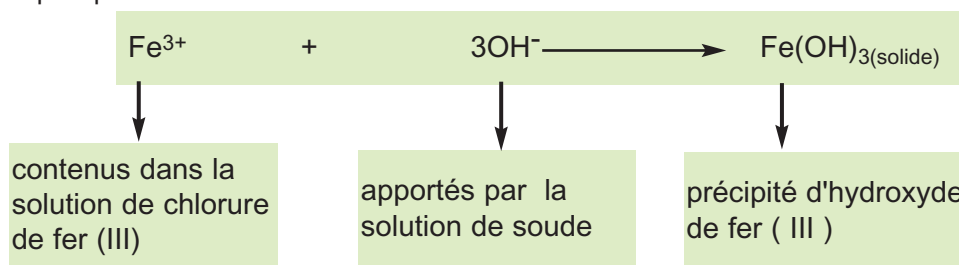
Dans un tube à essais contenant une solution de chlorure de fer (III), ajoutons quelques gouttes d'une solution diluée de soude.

Observation

Un précipité de couleur rouille apparaît.

Interprétation

Le précipité formé est de l'hydroxyde de fer (III) de formule $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Il provient de la réaction entre les ions fer (III) Fe^{3+} contenus dans la solution de chlorure de fer (III) et les ions hydroxyde OH^- apportés par la solution de soude. L'équation chimique de la réaction de précipitation est :



Ce test prouve que la solution de soude renferme également des ions hydroxyde OH^- .

Les deux expériences précédentes montrent que la solution de soude contient des ions sodium Na^+ et des ions hydroxyde OH^- . Ces ions sont en quantités égales car la solution de soude est électriquement neutre. Ils sont issus de la dissociation ionique de l'hydroxyde de sodium sous l'action de l'eau :



Retenons



Une solution aqueuse de soude renferme des ions sodium Na^+ et des ions hydroxyde OH^- .

Remarque

Comme pour les ions hydrogène et chlorure, les ions sodium Na^+ et hydroxyde OH^- sont aussi entourés par un nombre variable de molécules d'eau : on dit qu'ils sont hydratés ou solvatés.



Le précipité rouille d'hydroxyde de fer (III) révèle la présence d'ions OH^- dans la solution de soude.

I-3-b - Identification des ions dans une solution aqueuse de potasse

I-3-b-α - Présence des ions potassium K^+ : test à la flamme

Expérience

Trempons un fil d'acier (ou une tige de verre) dans une solution concentrée d'hydroxyde de potassium (ou potasse) KOH. Portons, à l'aide d'une pince, le fil trempé dans la flamme bleue pâle d'un bec Bunsen.

Observation

La flamme prend une teinte lilas (proche du violet).

Interprétation

La couleur lilas, prise par la flamme, est caractéristique de l'élément potassium, qui devrait être présent dans la solution aqueuse de potasse sous forme d'ions potassium K^+ .



La teinte lilas prise par la flamme révèle la présence de l'élément potassium dans la solution de potasse.

I-3-b-β- Présence des ions hydroxyde OH^- : test de précipitation avec un cation métallique

Expérience

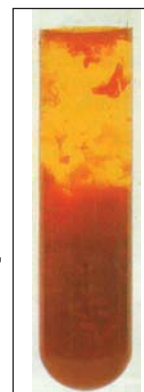
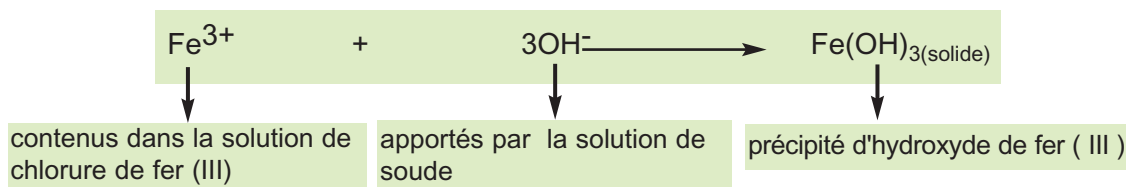
Dans un tube à essais contenant une solution de chlorure de fer (III), ajoutons quelques gouttes d'une solution diluée de potasse.

Observation

Un précipité de couleur rouille apparaît.

Interprétation

Le précipité formé est de l'hydroxyde de fer (III) de formule $Fe(OH)_3$. Il provient de la réaction entre les ions fer (III) Fe^{3+} contenus dans la solution de chlorure de fer (III) et les ions hydroxyde OH^- apportés par la solution de potasse. L'équation chimique de la réaction de précipitation est :



Le précipité rouille d'hydroxyde de fer (III) révèle la présence d'ions OH^- dans la solution de potasse.

Ce test prouve que la solution de potasse renferme également des ions hydroxyde OH^- . Les deux expériences précédentes montrent que la solution de potasse contient des ions potassium K^+ et des ions hydroxyde OH^- . Ces ions sont en quantités égales car la solution de potasse est électriquement neutre. Ils sont issus de la dissociation ionique de la potasse sous l'action de l'eau :



Retenons



La solution aqueuse de potasse renferme des ions potassium K^+ et des ions hydroxyde OH^- .

Les ions potassium K^+ et hydroxyde OH^- sont entourés par un nombre variable de molécules d'eau. Ils sont hydratés ou solvatés .

Généralisation

On constate que la solution aqueuse de soude NaOH et de potasse KOH ont en commun l'ion hydroxyde OH^- et contiennent des ions positifs de natures différentes.

Retenons



Toutes les solutions aqueuses basiques renferment des ions hydroxyde OH^- et des ions positifs.

II - Réactions des solutions acides et des solutions basiques avec les métaux

Les solutions acides et basiques telles que les détartrants, le vinaigre, l'eau acidulée pour batterie, les déboucheurs d'éviers sont commercialisées dans des flacons en verre ou en plastique, mais ne sont pas commercialisées dans des flacons métalliques. Pourquoi ?



II-1 - Réactions des solutions acides avec les métaux

II-1-a - Réaction d'une solution d'acide chlorhydrique avec le fer

Expériences

- ◆ Introduisons un peu de limaille de fer dans un tube à essais et y ajoutons quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique 0,5 M environ. Bouchons le tube pendant quelques instants au moyen d'un bouchon (ou avec l'index) puis présentons son ouverture à une flamme.
- ◆ Filtrons le mélange obtenu et versons le filtrat dans deux tubes à essais. Ajoutons au premier tube quelques millilitres d'une solution de soude et au deuxième quelques millilitres d'une solution de nitrate d'argent .



La réaction d'une solution d'acide chlorhydrique avec le fer donne le dihydrogène gaz.

Observations

- Il se dégage un gaz incolore qui provoque une détonation lorsqu'on présente l'ouverture du tube à une flamme.
- L'ajout de la solution de soude au filtrat entraîne la formation d'un précipité vert .
- L'ajout de la solution de nitrate d'argent au filtrat fait apparaître un précipité blanc qui noircit à la lumière.



La formation d'un précipité vert d'hydroxyde de fer (II) révèle la présence d'ions Fe^{2+} .



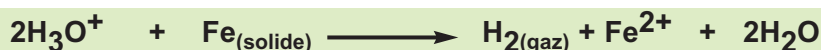
La formation d'un précipité blanc de chlorure d'argent révèle la présence d'ions Cl^- .

Interprétations

- Le gaz formé est du dihydrogène.
- Le précipité vert obtenu est de l'hydroxyde de fer (II) $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Il provient de la réaction entre les ions hydroxyde OH^- apportés par la solution de soude et les ions Fe^{2+} présents dans le filtrat. Ces ions Fe^{2+} ne peuvent provenir que de la réaction de la solution d'acide chlorhydrique avec le fer.
- Le précipité blanc qui noircit à la lumière est le chlorure d'argent Ag Cl . Il provient de la réaction entre les ions argent Ag^+ apportés par la solution de nitrate d'argent et les ions chlorure présents dans le filtrat. Ces ions sont présents dans la solution avant et après la réaction entre la solution d'acide chlorhydrique et le fer. Ce sont des ions indifférents car ils ne participent pas à la réaction. L'équation chimique de la réaction s'écrit :



L'équation chimique simplifiée de la réaction ne faisant apparaître que les entités réagissantes est :



Retenons



Une solution d'acide chlorhydrique réagit avec le fer métallique pour donner du dihydrogène et une solution de chlorure de fer (II).

II-1-b -Réaction d'une solution d'acide chlorhydrique avec le zinc

Expériences

- Introduisons de la grenaille de zinc dans un tube à essais et y ajoutons quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique. Bouchons le tube pendant quelques instants puis présentons son ouverture à une flamme.
- Filtrons le mélange obtenu et versons le filtrat dans deux tubes à essais. Ajoutons au premier tube quelques millilitres d'une solution de soude et au deuxième quelques millilitres d'une solution de nitrate d'argent .

Observations

- ◇ Il se dégage un gaz incolore qui provoque une détonation lorsqu'on présente l'ouverture du tube à une flamme.
- ◇ L'ajout de la solution de soude au filtrat entraîne la formation d'un précipité blanc gélatineux soluble dans un excès de solution de soude.
- ◇ L'ajout de la solution de nitrate d'argent au filtrat fait apparaître un précipité blanc qui noircit à la lumière.



La réaction d'une solution d'acide chlorhydrique avec le zinc donne un gaz qui provoque une détonation en présence d'une flamme.



La formation d'un précipité blanc gélatineux d'hydroxyde de zinc révèle la présence d'ions Zn^{2+} .



La formation d'un précipité blanc de chlorure d'argent révèle la présence d'ions Cl^- .

Interprétations

- ◇ Le gaz formé est du dihydrogène.
- ◇ Le précipité blanc obtenu est l'hydroxyde de zinc $Zn(OH)_2$. Il résulte de la réaction entre les ions hydroxyde OH^- apportés par la solution de soude et les ions Zn^{2+} présents dans le filtrat. Ces ions Zn^{2+} ne peuvent provenir que de la réaction de la solution d'acide chlorhydrique avec le zinc.
- ◇ Le précipité blanc qui noircit à la lumière est le chlorure d'argent $AgCl$. Il provient de la réaction entre les ions Ag^+ apportés par la solution de nitrate d'argent et les ions chlorure présents dans le filtrat.
- ◇ L'équation chimique de la réaction s'écrit :



L'équation chimique simplifiée de la réaction ne faisant apparaître que les entités réagissantes est :



Retenons



Une solution d'acide chlorhydrique réagit avec le zinc métallique pour donner du dihydrogène et une solution de chlorure de zinc.

II-1-c -Absence de réaction entre une solution d'acide chlorhydrique et le cuivre

- ◆ Introduisons une tournure de cuivre dans un tube à essais et y ajoutons quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique.
- ◆ Constatons qu'il ne se passe rien.



Une solution d'acide chlorhydrique n'a aucune action sur le cuivre.

Retenons



Une solution d'acide chlorhydrique ne réagit pas avec le cuivre : les ions hydronium sont sans action sur le cuivre.

II-1-d -Généralisation

L'acide chlorhydrique HCl, l'acide sulfurique H₂SO₄ ou l'acide éthanique peuvent réagir avec les métaux tels que le magnésium, l'aluminium, le plomb, le nickel, l'étain, le zinc ou le fer en provoquant un dégagement de dihydrogène. D'autres métaux ne réagissent pas avec ces acides comme le cuivre, l'argent ou l'or.

Métaux réagissant avec les acides avec dégagement de dihydrogène	Métaux pouvant réagir avec les acides sans dégagement de dihydrogène
Magnésium	Palladium
Aluminium	Mercure
Plomb	Platine
Nickel	Argent
Etain	Cuivre
Zinc	Or
fer	

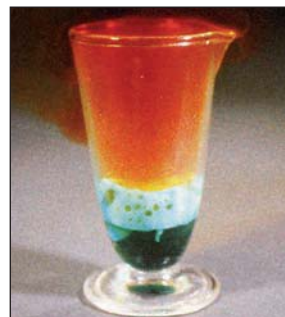
Retenons



Les solutions acides réagissent avec certains métaux en donnant du dihydrogène et des ions métalliques.

Remarque

Une solution d'acide nitrique $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$ réagit avec le cuivre. Cette réaction produit un dégagement de monoxyde d'azote NO et non du dihydrogène. Elle est due à l'action des ions nitrate NO_3^- sur le cuivre. Le monoxyde d'azote (gaz incolore) s'oxyde en contact de l'air pour donner du dioxyde d'azote NO_2 (vapeurs rousses).



Réaction d'une solution d'acide nitrique avec le cuivre

II-2 -Réactions des solutions basiques avec les métaux

II-2-a Réaction d'une solution de soude avec l'aluminium

Expérience

Mettons une pincée d'aluminium en poudre dans un tube à essais, puis y ajoutons quelques millilitres d'une solution concentrée de soude. Chauffons le mélange pour accélérer la réaction.

Observation

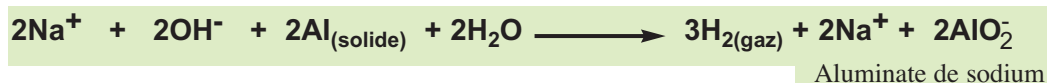
Il se dégage un gaz incolore qui provoque une détonation lorsqu'on présente l'ouverture du tube à une flamme.

Interprétation

- ◆ Le gaz formé est du **dihydrogène**.
- ◆ Une analyse de la solution révèle la présence d'ions **aluminates** AlO_2^- .
- ◆ L'équation chimique de la réaction s'écrit :



La réaction d'une solution de soude avec l'aluminium donne un gaz qui provoque une détonation en présence d'une flamme.



Retenons



Une solution concentrée de soude réagit avec l'aluminium pour donner du dihydrogène et de l'aluminate de sodium NaAlO_2 .

II-2-b -Réaction d'une solution de soude avec le zinc

Expérience

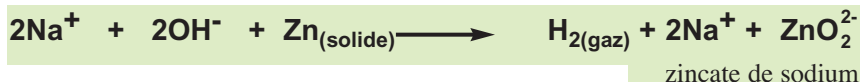
Introduisons de la grenaille de zinc dans un tube à essais et y ajoutons quelques millilitres d'une solution concentrée de soude. Chauffons le mélange pour accélérer la réaction.

Observation

Des bulles de gaz se forment. A l'approche d'une flamme, le gaz brûle avec une flamme pâle et provoque une détonation.

Interprétation

- ◆ Le gaz formé est du dihydrogène.
- ◆ Une analyse de la solution révèle la présence d'ions zincate ZnO_2^{2-} .
- ◆ L'équation chimique de la réaction s'écrit :



La réaction d'une solution de soude avec le zinc donne un gaz qui détone en présence d'une flamme.

Retenons



Une solution concentrée de soude réagit avec le zinc pour donner du dihydrogène et du zincate de sodium Na_2ZnO_2 .

II-2-c -Absence de réaction entre une solution de soude et le fer ou le cuivre

Une solution de soude, même concentrée, n'a aucun effet observable sur le fer ou sur le cuivre.

II-2-d -Généralisation

Une solution de soude NaOH ou une solution de potasse KOH peut réagir avec l'aluminium ou le zinc en provoquant un dégagement de dihydrogène. D'autres métaux comme le cuivre ou le fer ne réagissent pas avec ces solutions basiques.

Retenons



Les solutions basiques attaquent plus ou moins facilement certains métaux comme l'aluminium et le zinc et n'attaquent pas d'autres métaux comme le fer et le cuivre.

III - Réactions des solutions acides et des solutions basiques avec les matériaux non métalliques

III-1 - Exemples de matériaux non métalliques

Les matériaux non métalliques sont nombreux, citons quelques exemples très connus :

- ▶ le calcaire (craie, marbre, calcite,...) , essentiellement formé de carbonate de calcium de formule CaCO_3 ;
- ▶ le ciment obtenu à partir de matériaux argileux et calcaires (chaux et silice) traités à haute température de l'ordre 1500°C ;
- ▶ le plâtre formé essentiellement de sulfate de calcium hydraté $\text{CaSO}_4, n\text{H}_2\text{O}$;
- ▶ les matières plastiques obtenues à partir de composés organiques par polymérisation ;
- ▶ le verre obtenu à partir de silice, de calcaire et de carbonate de sodium.

III-2 - Réaction des solutions acides avec les matériaux non métalliques

III-2-a - Réaction d'une solution d'acide chlorhydrique avec le calcaire

La solution d'acide chlorhydrique est couramment utilisée comme produit détartrant. Pourquoi ?

Expérience

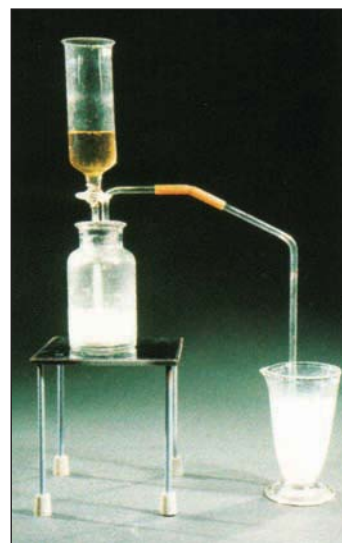
Introduisons dans un flacon un peu de calcaire en poudre (marbre broyé, craie en poudre, coquillage ,...) et y ajoutons à l'aide d'une ampoule à brome quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique.

Observation

Une importante effervescence se produit. Il se dégage un gaz incolore qui trouble l'eau de chaux.

Interprétation

- ◆ Le gaz qui trouble l'eau de chaux est le dioxyde de carbone CO_2 .
- ◆ Une analyse de la solution permet de mettre en évidence la présence des ions calcium Ca^{2+} .



Le calcaire réagit avec une solution d'acide chlorhydrique en dégageant un gaz qui trouble l'eau de chaux : le dioxyde de carbone .

Le calcaire CaCO_3 réagit avec les ions hydronium H_3O^+ de la solution d'acide chlorhydrique pour donner du dioxyde de carbone CO_2 et des ions calcium Ca^{2+} .

L'équation chimique de la réaction s'écrit :



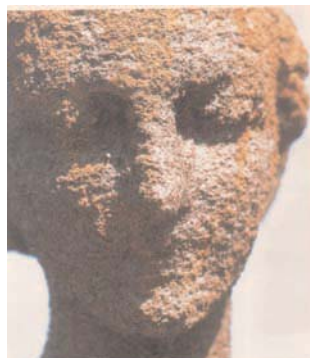
ou simplement :



Généralisation

Les solutions acides contiennent toutes des ions hydronium H_3O^+ en concentration plus ou moins importante. Elles réagissent avec le calcaire pour donner du dioxyde de carbone CO_2 et des ions calcium Ca^{2+} . Cette réaction est couramment utilisée pour le détartrage des conduites bouchées par un important dépôt de calcaire. Elle est à l'origine des dégâts causés par les pluies acides sur les monuments formés essentiellement de calcaire.

D'autres matériaux non métalliques contenant du calcaire en proportion plus ou moins importante, tels que le béton (ciment + gravier + sable + eau), le plâtre,... peuvent être endommagés par les solutions acides.



Les pluies acides rongent la pierre des statues.

Retenons

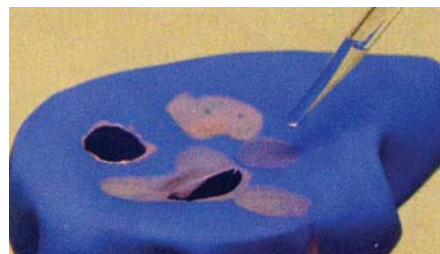


Les solutions acides réagissent avec le calcaire pour donner du dioxyde de carbone CO_2 et des ions calcium Ca^{2+} .

III-2-b - Réaction d'une solution acide avec le verre ou avec quelques polymères organiques

Le polyéthène, le polychlorure de vinyle (connu sous le nom usuel de PVC) sont des exemples de polymères plastiques. Ces matériaux non métalliques ne réagissent pas avec les solutions acides au même titre que le verre. Pour cette raison les solutions acides sont toujours contenues dans des récipients en matière plastique ou en verre.

A l'opposé, d'autres polymères organiques comme les fibres synthétiques (Nylon, Dralon, tergal,...etc) sont perforés par les acides.



Une goutte d'une solution d'acide chlorhydrique déposée sur un échantillon de blouse en Nylon attaque le tissu : il se décolore et se troue.

Retenons



En général les matières plastiques et le verre ne réagissent pas avec les solutions acides.

III-3 - Réactions des solutions basiques avec les matériaux non métalliques

◆ Le ciment hydraté et le plâtre ne réagissent pas avec les solutions basiques.

◆ En général, les matières plastiques et le verre ne réagissent pas avec les solutions basiques. Signalons que le Nylon est détruit par une solution concentrée de soude. De même, l'action d'un détergent basique sur un verre peut être, à la longue, perceptible et le verre devient terne.



Au bout de quelques semaines de lavage par un détergent basique, l'attaque est perceptible sur le verre de droite, devenu terne.

Retenons



En général les matières plastiques et le verre ne réagissent pas avec les solutions basiques diluées. Toutefois, les solutions basiques très concentrées peuvent réagir avec le Nylon et le verre.

L'ESSENTIEL DU COURS

- Les solutions aqueuses acides et basiques conduisent le courant électrique : elles renferment des ions ; on dit qu'elles ont un caractère ionique.
- Toutes les solutions aqueuses acides renferment des ions hydronium H_3O^+ .
- Toutes les solutions aqueuses basiques renferment des ions hydroxyde OH^- .
- Les solutions acides réagissent avec certains métaux en donnant du dihydrogène et des ions métalliques.
- Les solutions basiques attaquent plus ou moins facilement certains métaux comme l'aluminium et le zinc et n'attaquent pas d'autres métaux comme le fer et le cuivre.
- Les solutions acides réagissent avec le calcaire pour donner du dioxyde de carbone CO_2 et des ions calcium Ca^{2+} .
- En général les matières plastiques et le verre ne réagissent pas avec les solutions acides.
- En général les matières plastiques et le verre ne réagissent pas avec les solutions basiques diluées. Toutefois, les solutions basiques très concentrées peuvent réagir avec le Nylon et le verre.



Naviguons

www.spc.ac-aix-marseille.fr/Sciences_Physiques/Menu/Activites_pedagogiques/presentations/acidmeto.pps

WWW.perso.wanadoo.fr/didier.hottois/pluie.htm

EXERCICE RESOLU

ENONCE

On dispose d'une solution aqueuse (S) qui peut être acide ou basique. Pour déterminer la nature de cette solution, on verse dans un tube à essais quelques millilitres de la solution (S) puis on y ajoute de la grenaille de zinc. Un dégagement de gaz se produit.

- 1) Quel est le nom de ce gaz ? Comment peut-on l'identifier ?
- 2) On filtre le contenu du tube puis on ajoute au filtrat une solution de soude .Un précipité blanc gélatineux apparaît.
 - a) Donner le nom et la formule de ce précipité.
 - b) Identifier l'ion positif contenu dans le filtrat.
- 3)
 - a) La solution (S) est-elle acide ou basique ?
 - b) Ecrire l'équation chimique de la réaction de la solution (S) avec le zinc.

CONSEILS

- ▶ Se rappeler que le zinc métallique réagit aussi bien avec les solutions acides qu'avec les solutions basiques en donnant un dégagement de dihydrogène.
- ▶ Savoir que les ions OH^- donnent un précipité avec les ions Zn^{2+} .
- ▶ Savoir que les solutions acides réagissent avec le zinc pour donner des ions Zn^{2+} alors que les solutions basiques réagissent avec le zinc pour donner des ions zincates ZnO_2^{2-} .

SOLUTION

- 1- Les solutions acides ou basiques réagissent avec le zinc en donnant un dégagement de dihydrogène H_2 . Ce gaz est identifié par la détonation qu'il produit au contact d'une flamme.
- 2- a) Le précipité blanc obtenu est l'hydroxyde de zinc de formule $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

b) Ce précipité résulte de la réaction entre les ions hydroxyde OH^- apportés par la solution de soude et les ions Zn^{2+} contenus dans le filtrat.
- 3- a) Les solutions acides réagissent avec le zinc métallique pour donner, entre autres, des ions Zn^{2+} . Puisque le filtrat contient des ions Zn^{2+} alors la solution (S) est une solution acide.

b) L'équation chimique de la réaction de la solution acide (S) avec le zinc est :



EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REpondre par VRAI ou FAUX

- 1) Une solution diluée d'acide nitrique ne conduit pas le courant électrique.
- 2) Une solution aqueuse conductrice de courant électrique contient nécessairement des ions.
- 3) Les solutions acides contiennent des ions hydronium H_3O^+ .
- 4) Les solutions basiques contiennent des ions hydroxyde OH^- .
- 5) Les solutions acides réagissent avec les métaux en donnant un dégagement de dihydrogène.
- 6) Une solution de soude réagit avec l'aluminium en donnant un gaz qui trouble l'eau de chaux.
- 7) Les solutions acides réagissent avec les matières plastiques et sont sans action sur le calcaire.
- 8) Le Nylon est attaqué par les solutions acides et basiques.
- 9) Un détartrant acide permet d'éliminer le dépôt calcaire dans les canalisations.
- 10) Une solution très concentrée de soude peut réagir avec le verre.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse

Q.C.M. N° 1

Une solution acide ou basique conduit le courant électrique car elle :

- a) ne contient que des molécules ;
- b) contient des ions ;
- c) est homogène.

Q.C.M. N° 2

Une solution d'acide chlorhydrique réagit avec le fer en donnant un gaz qui :

- a) trouble l'eau de chaux ;
- b) provoque une détonation en présence d'une flamme ;
- c) rallume une bûchette ne présentant qu'un point rouge.

Q.C.M. N° 3

Pour détartrer le serpentin d'un chauffe-eau à gaz, un plombier utilise une solution diluée d'acide chlorhydrique. Le métal qui constitue le serpentin est en :

- a) cuivre ;
- b) fer ;
- c) zinc.

Q.C.M. N° 4

Dans un laboratoire, il est conseillé de ne pas porter une blouse en Nylon car celui-ci est :

- a) imperméable ;
- b) attaqué par les solutions acides et basiques ;
- c) transparent.

Q.C.M. N° 5

Une solution acide réagit avec le marbre en donnant un gaz :

- a) qui trouble l'eau de chaux ;
- b) qui provoque une détonation en présence d'une flamme ;
- c) jaune verdâtre.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) Les solutions aqueuses acides et basiques conduisent le courant électrique, alors elles renferment des..... ; on dit qu'elles ont un caractère
- 2) Une solution d'acide chlorhydrique réagit avec le fer métallique pour donner du et une solution contenant des
- 3) Une solution d'acide réagit avec le zinc métallique pour donner du et du chlorure de zinc.
- 4) Une solution concentrée de soude réagit avec le zinc pour donner du et le
- 5) Lors de la réaction entre une solution acide et le calcaire un gaz se dégage : c'est le.....Ce gaz est caractérisé par.....

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

On donne dans le tableau ci-dessous le pH, à 25°C, de quelques boissons.

Boisson	Jus de citron	Boisson gazeuse	Limonade	Eau minérale
pH	2	2,5	2,8	7,5

Parmi ces boissons, quelles sont celles qu'il faut éviter de renverser sur le marbre d'une table à manger ?

Exercice n° 2

Le carrelage d'une salle de bain est en marbre. On donne ci-dessous le pH, à 25°C, de quelques produits de nettoyage en solutions aqueuses .

Produit	Eau de javel	Détartrant	Lessive	Eau savonneuse
pH	10	2	9,5	9

Lequel de ces produits est déconseillé pour le nettoyage du carrelage précédent ? Justifier la réponse.

Exercice n° 3

Lorsque vous achetez des produits acides ou basiques (détartrant, vinaigre, déboucheurs d'éviers,...), ils sont contenus dans des récipients en verre ou en matière plastique. Pourquoi ?

Exercice n° 4

Lors de l'attaque de l'aluminium par une solution de soude, on obtient de l'aluminate de sodium et un dégagement gazeux.

- 1) Donner le nom et la formule du gaz obtenu.
- 2) Comment peut-on identifier ce gaz ?
- 3) Ecrire l'équation chimique de la réaction.

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 5

Pour des expériences sur le fer, on dispose d'un fil de fer galvanisé c'est-à-dire recouvert d'une couche de zinc.

Pour faire disparaître la couche de zinc, on enroule le fil et on le plonge dans une solution d'acide chlorhydrique contenue dans un tube à essais.

- 1) Décrire ce que l'on observe.
- 2) Que va-t-il se passer si on présente une bûchette allumée à l'orifice du tube ?
- 3) Donner le nom et la formule du gaz qui s'est formé.
- 4) On suppose que l'on retire le fil dès que le zinc ait disparu. On ajoute une solution de soude (hydroxyde de sodium) dans le tube. Qu'observe-t-on ?
En déduire le nom et la formule de l'ion ainsi mis en évidence.

Exercice n° 6

Pour comparer l'action de l'acide nitrique et de l'acide chlorhydrique sur le cuivre, on prend deux solutions de ces acides, de même concentration. Dans deux tubes à essais contenant chacun l'une de ces solutions, on introduit un fil de cuivre dans chaque tube.

- 1) Décrire ce que l'on observe avec l'acide chlorhydrique.
- 2) Avec l'acide nitrique, on observe un dégagement de fumées rousses. S'agit-il du dihydrogène ?
- 3) La solution d'acide chlorhydrique contient des ions hydronium H_3O^+ et des ions chlorure Cl^- .
L'acide nitrique contient des ions hydronium et des ions nitrate NO_3^- . L'attaque du cuivre est-elle due aux ions hydronium ou aux ions nitrate ?

Exercice n° 7

L'apprenti d'un garagiste décide de récupérer dans un vieux seau en fer galvanisé (fer recouvert de zinc) la solution acide d'une batterie usée.

- 1) L'apprenti est-il bien prudent ?
- 2) Des bulles de gaz apparaissent dans le liquide. Pourquoi ? Donner le nom et la formule du gaz formé.
- 3) Deux types d'ions positifs se forment dans le liquide. Comment peut-on les identifier ?
- 4) Écrire les équations des réactions chimiques qui se produisent en faisant apparaître seulement les entités réagissantes.

DOCUMENT

LES PLUIES ACIDES

FORMATION

Dans l'atmosphère, il y a de la vapeur d'eau ainsi que d'autres gaz. Par refroidissement dans la haute atmosphère, l'eau se liquéfie et agit comme solvant. Les gaz d'origine naturelle (éruption volcanique) ou industrielle et domestique se dissolvent plus ou moins dans l'eau. Par exemple la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau de pluie donne une eau de pH égal à 5 ou 6 ; valeur qui peut encore diminuer avec la dissolution des oxydes de soufre SO_2 et SO_3 et des oxydes d'azote.

Pluies, brouillards, grêle, neige et glace sont ainsi de véritables solutions d'acide sulfurique, nitrique, chlorhydrique ou autres, même si elles sont très diluées.

ACTION SUR LES PLANTES EN SURFACE

En altitude les brouillards acides stagnants détruisent les aiguilles des conifères (sapins, mélèzes). Ce phénomène est surtout remarqué à l'Est et au Nord de l'Europe.



ACTION SUR LES SOLS

Les eaux acides infiltrées réagissent avec les sols non calcaire contenant des traces de métaux (aluminium, plomb, etc.) en produisant des produits nocifs qui se retrouvent dans la nappe phréatique (souterraine).

ACTION SUR LES MATERIAUX

▶ SUR LE PATRIMOINE ANCIEN

Les monuments et bâtiments en pierre de taille calcaire sont corrodés par les pluies acides. Il se produit un dégagement de gaz carbonique :



▶ SUR LE PATRIMOINE CONTEMPORAIN

Les structures métalliques des ponts, les canalisations souterraines et aériennes contiennent principalement du fer et sont de ce fait attaquées par les acides ; ce qui provoque un affaiblissement de ces structures.

Les toitures en zinc et celles recouvertes de cuivre sont également endommagées. Par exemple le vert-de-gris, carbonate basique de cuivre insoluble peut se transformer en sulfate de cuivre soluble qui est alors entraîné par l'eau de pluie.



Extrait du livre « PHYSIQUE CHIMIE 3^{ème} » HATIER

A blue and white striped catamaran sailboat is shown on a dark blue ocean. The boat has two hulls and a large, curved sail with vertical stripes. The text "CHIMIE ORGANIQUE : LES MATIERES PLASTIQUES" is overlaid in white, bold, sans-serif font across the center of the image. The boat's hulls have some text on them, including "CHIMIE ORGANIQUE" and "PLASTIQUES".

CHIMIE ORGANIQUE : LES MATIERES PLASTIQUES

Chapitre 1



GENERALITES SUR LES MATIERES PLASTIQUES

Chapitre 2



LES DECHETS PLASTIQUES

GENERALITES SUR LES MATIERES PLASTIQUES



La quasi totalité de l'équipement de ce skieur est en matière plastique.

Grâce à leurs qualités multiples, les matières plastiques remplacent de plus en plus les autres matériaux (bois, métaux,...). Qu'est ce qu'une matière plastique ?

PLAN DU CHAPITRE

I - Notion de polymère

- I-1- Qu'est-ce qu'un polymère ?
- I-2- Obtention d'un polymère

II- Les matières plastiques

- II-1- Qu'est ce qu'une matière plastique ?
- II-2- Pourquoi un adjuvant ?
- II-3- Exemples de matières plastiques
- II-4- Les différents types de matières plastiques

III- Propriétés physiques et mécaniques de certaines matières plastiques

- III-1- Propriétés physiques
- III-2- Propriétés mécaniques

IV- Utilisation des matières plastiques

- IV-1- Emballage
- IV-2- Bâtiment
- IV-3- Santé
- IV-4- Electricité et électronique
- IV-5- Automobile

PREREQUIS

- ◇ Les composés organiques
- ◇ La liaison covalente

OBJECTIFS

- ◇ Citer des exemples de matières plastiques courantes.
- ◇ Citer quelques propriétés physiques et mécaniques de certains matériaux en matières plastiques.
- ◇ Enumérer certains usages des matières plastiques.

I - Notion de polymère

Qu'est-ce qu'il y a de commun entre les tissus synthétiques (tergal, Nylon,..) et les peintures ?

L'analyse des tissus synthétiques et des peintures montre qu'ils sont des composés organiques ayant des masses molaires et des dimensions relativement élevées. Pour ces raisons leurs molécules sont appelées "macromolécules".

Ces macromolécules, présentant des propriétés particulières dues à leur structure, sont des polymères.

I-1 - Qu'est-ce qu'un polymère ?

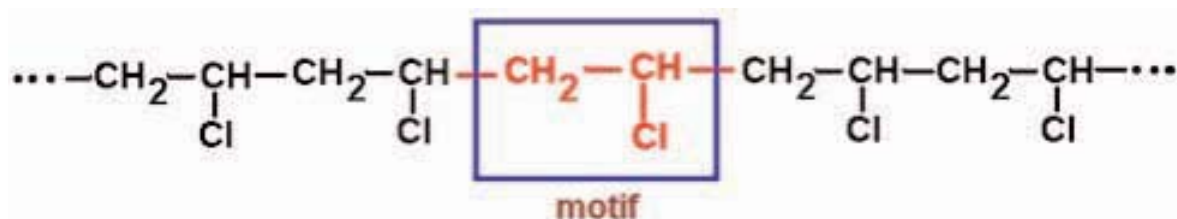
Retenons



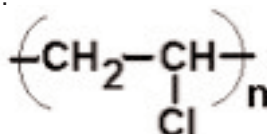
Un polymère est un composé organique dont les molécules sont constituées par la répétition, un très grand nombre de fois, d'une petite unité structurale appelée motif.

Exemple de polymère

Le polychlorure de vinyle (PVC) a pour formule :



qu'on peut représenter simplement par :



Ces molécules, formées de milliers d'atomes, sont des macromolécules.

Le nombre n de motifs est appelé indice (ou degré) de polymérisation. Il est variable d'un polymère à un autre.

n est de l'ordre de 100 à 100 000 ou plus selon le polymère.

Exemple : pour un polypropène $n=3000$.

I-2 - Obtention d'un polymère

Les polymères peuvent être obtenus, soit à partir de substances naturelles (cellulose, caoutchouc extrait de l'Hévéa brasiliensis,...), soit, le plus souvent, par synthèse à partir de réactions dites de polymérisation.

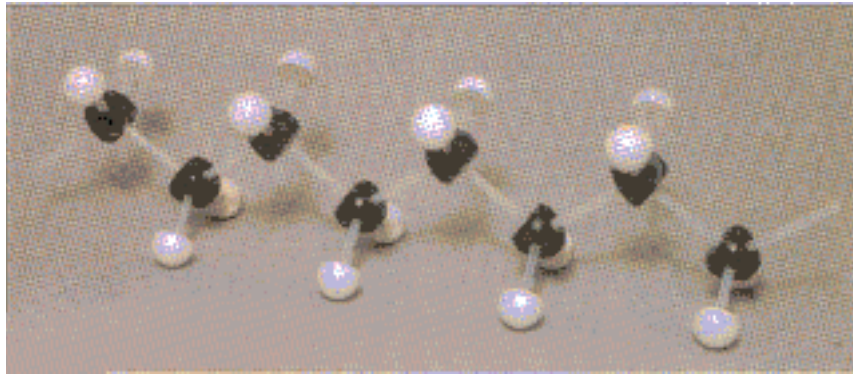
Qu'est-ce qu'une réaction de polymérisation ?

La polymérisation est la réaction qui permet d'obtenir un polymère à partir d'un nombre n de molécules identiques de masse moléculaire faible appelées **monomères** ou de molécules différentes dites **hétéromère**. La réaction a lieu soit par **polyaddition**, soit par **polycondensation** qui consiste à éliminer un résidu tel que l'eau par exemple.

Exemples

- Le polyéthène est obtenu par **polyaddition** de l'éthène.
- Le Nylon 6,6 est obtenu par **polycondensation** de l'hexane 1,6-diamine.

Pour illustrer la structure d'un polymère on peut utiliser les modèles moléculaires.
On donne ci-dessous les modèles écarté et compact d'une partie de la macromolécule de polyéthène.



Modèle moléculaire écarté



Modèle moléculaire compact

II - Les matières plastiques

II-1 - Qu'est ce qu'une matière plastique ?

Retenons



Un plastique est une matière à mouler contenant un mélange de polymères d'indices de polymérisation voisins et de divers additifs qu'on appelle adjuvants.

Polymères + adjuvants \longrightarrow matière plastique

II-2 - Pourquoi un adjuvant ?

Les polymères ne sont pas généralement utilisés à l'état pur. Il est nécessaire de les mélanger avec différents adjuvants qui améliorent leurs propriétés avant leur « mise en forme ».

Les adjuvants mineurs, dont la proportion en masse est de 1 à 3 %, comprennent le catalyseur, le colorant éventuel, le lubrifiant et le stabilisant quand c'est nécessaire. Le plastifiant est destiné à

assouplir l'objet. Il est utilisé à des doses allant de 0 à 40 %. Les charges, introduites à des taux variables entre 0 et 95 %, permettent d'améliorer les propriétés mécaniques des matériaux. On donne ci-dessous le nom et le rôle de quelques adjuvants.

Nom	Rôle
Stabilisant	Contre les dégradations chimiques et physiques
Plastifiant	Augmente la souplesse
Charge	Améliore les propriétés mécaniques
Lubrifiant	Facilite le moulage
Fongicide	Contre le développement des champignons
Colorant	Colore les matériaux

II-3 -Exemples de matières plastiques

II-3-a -Le polyéthène (PE)

La formule du polyéthène est $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{)}_n$



Il est obtenu par polymérisation de l'éthène $\text{CH}_2\text{=CH}_2$:



Il existe deux types de polyéthène ,obtenus dans des conditions expérimentales différentes :

- ◆ le polyéthène haute densité (PEHD) ;
- ◆ le polyéthène basse densité (PEBD).

Le tableau ci-dessous résume les conditions expérimentales de préparation de ces polymères et quelques domaines de leur utilisation.

		PEHD	PEBD
Densité par rapport à l'eau		0,94	0,92
Conditions de fabrication	Température(°c)	90	200
	Pression (bar)	10	2500
Utilisation pour la fabrication des :		<ul style="list-style-type: none"> ❖ réservoirs ❖ emballages et films industriels ❖ canalisations ❖ casiers à bouteilles 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ films adhésifs ❖ films agricoles ❖ sachets ❖ jouets ❖ tuyaux
Objets en polyéthène			

II-3-b -Le polychlorure de vinyle (PVC)

La formule du polychlorure de vinyle est $\text{-(CH}_2\text{-CH(Cl))}_n$

Il est obtenu par polymérisation du chlorure de vinyle $\text{CH}_2\text{=CH-Cl}$.



Il est plus dense que l'eau. On l'utilise pour la fabrication des :

- ◆ canalisations et des tuyaux ;
- ◆ revêtements des sols et des murs ;
- ◆ cartes magnétiques ;
- ◆ bouteilles ;
- ◆ articles de camping et de plages.

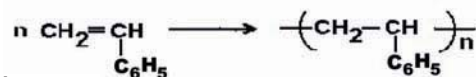


Divers objets en PVC

II-3-c -Le polystyrène (PS)

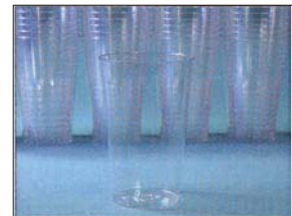
La formule du polystyrène est : $\left(\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right)_n$

Il est obtenu par polymérisation du styrène : $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$



Il existe deux types de polystyrène :

- ▶ le polystyrène cristal (PSC) qui est une matière plastique rigide , dure , transparente et facile à mouler ;



Des verres en polystyrène cristal

- ▶ le polystyrène expansé (PSE) qui se présente sous forme de petites perles blanches soudées les unes aux autres.



Polystyrène: (a) non expansé,(b) en cours d'expansion, (c) expansé

	PSC	PSE
Densité par rapport à l'eau	1,1	0,1
Utilisation	*emballages *appareils électriques *vaisselle *meublier *jouets	*emballages *isolations phoniques et thermiques

II-4 -Les différents types de matières plastiques

Les matières plastiques se comportent - t- elles de la même façon vis-à-vis de la chaleur ?

Expérience

- ◆ Rassemblons des échantillons d'objets en matières plastiques utilisés dans la vie courante comme par exemple :
 - ▶ une bouteille de lait en polyéthène ;
 - ▶ un pot de yaourt en polystyrène ;
 - ▶ une bouteille d'eau minérale en polychlorure de vinyle ;
 - ▶ une poignée de casserole en phénoplaste ;
 - ▶ une prise de courant en aminoplaste.
- ◆ Chauffons un agitateur en verre et posons le sur chacun de ces échantillons.

Observation

La bouteille de lait, le pot de yaourt et la bouteille d'eau minérale se déforment, se ramollissent et peuvent même fondre quand ils sont en contact avec l'agitateur chauffé. On dit qu'ils sont **thermoplastiques**.

La poignée de casserole et la prise de courant ne changent pas de forme; ils restent durs. On dit qu'ils sont **thermodurcissables**.

Conclusion

Retenons



Les matières plastiques sont classées en deux types :

- ◆ **les thermoplastiques** se ramollissent puis fondent sous l'action de la chaleur ;
- ◆ **les thermodurcissables** durcissent irréversiblement sous l'action de la chaleur.



Objets en matières plastiques thermoplastiques



Objets en matières plastiques thermodurcissables

III - Propriétés physiques et mécaniques de certaines matières plastiques

Pourquoi certaines matières plastiques remplacent-elles de plus en plus les autres matériaux dans la vie courante ?

Le succès des matières plastiques tient à leurs qualités spécifiques et à leur souplesse d'adaptation aux besoins. Ces qualités résident dans les propriétés physiques et mécaniques citées ci-dessous.

III-1 -Propriétés physiques

III-1-a -Légèreté

Les matières plastiques sont plus légères que d'autres matériaux. Sous forme compacte leurs densités sont comprises entre 0,9 et 1,8. Sous forme expansée, ces densités deviennent très faibles de l'ordre de 0,01 comme pour le polyuréthane (mousses), ou le polystyrène expansé (PSE).

III-1-b -Propriétés optiques

Un bon nombre de matières plastiques sont transparentes. Certaines ont une transparence supérieure à celle du verre.

Exemple : le polyméthacrylate de méthyle $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right)_n$ est utilisé dans la fabrication des

phares, des enseignes lumineuses, des lentilles de contact, des cristallins artificiels,...

III-1-c -Imperméabilité

En général, les matières plastiques ont une grande imperméabilité aux gaz et aux liquides ; ce qui explique leur très grande utilisation dans la fabrication des canalisations et des récipients de conservation.



Tubes en matière plastique

III-1-d -Propriétés thermiques et électriques

Les matières plastiques, à quelques exceptions près, ont une stabilité thermique plus faible que celle des métaux.

Le polytétrafluoroéthène (PTFE), connu dans le commerce sous le nom de Tefal, fait exception et possède une stabilité thermique très élevée.



Poêle en Tefal

En général, les matières plastiques sont de bons isolants thermiques. Certaines sont même d'excellents isolants thermiques comme le polytétrafluoroéthène.



Gaines isolantes en matières plastiques

Les matières plastiques sont de bons isolants électriques. Certains sont même d'excellents isolants électriques comme le polytétrafluoroéthène.

III-2 -Propriétés mécaniques

III-2-a -Résistance aux chocs

La résistance aux chocs donne une mesure de la ténacité ou la capacité du matériau de résister à la rupture sous l'effet d'un choc. Dans les conditions normales d'utilisation , les matières plastiques peuvent être soit fragiles soit tenaces .Par exemple ,le polystyrène PS ,le polyméthacrylate de méthyle PMM ainsi que le PVC non plastifié sont habituellement fragiles. Ils se cassent brusquement. Par contre les PVC plastifiés sont considérés comme des matériaux tenaces ,pouvant être utilisés dans la fabrication des pare-chocs.



Le pare-chocs de cette voiture est en matière plastique

III-2-b-Glissement

Certaines matières plastiques ont une faible résistance au glissement (coefficients de frottement voisins de ceux des meilleurs matériaux).

III-2-c-Elasticité

Les résistances élastiques des matières plastiques se situent entre celles du bois et des caoutchoucs naturels.

III-2-d -Vulnérabilité aux rayures

Les matières plastiques se rayent facilement.

IV - Utilisation des matières plastiques

Les matières plastiques ont connu un essor considérable depuis les cinquante dernières années . Elles sont devenues maintenant indispensables dans tous les domaines de la vie courante . On donne dans ce qui suit quelques domaines d'utilisation.

IV - 1-Emballage

L'emballage en matières plastiques constitue le premier débouché des matières plastiques (39% de la consommation réelle).

De plus en plus de produits manufacturés sont emballés dans des matières plastiques en raison des avantages qu'elles présentent. En effet, les matières plastiques :

- ▶ résistent mieux aux chocs. Elles empêchent la perte accidentelle des denrées alimentaires ;
- ▶ garantissent la fraîcheur des aliments ;
- ▶ sont légères, ce qui rend les produits plus faciles à manipuler et réduit la consommation de carburant pendant le transport ;
- ▶ peuvent être valorisées en étant soit recyclées, soit valorisées comme combustibles dans des usines d'incinération ;
- ▶ peuvent prendre toutes les formes et toutes les couleurs ;
- ▶ sont transparentes, ce qui permet de mettre en valeur et sans risque de contamination les produits qu'elles emballent.



Bouteilles & flacons

IV -2 -Bâtiment

Les matières plastiques sont utilisées dans le domaine du bâtiment . En effet, on peut les trouver dans :

- ▶ les fondations et les parois ;
- ▶ les poutres et les poutrelles ;
- ▶ les produits d'étanchéité ;
- ▶ les produits d'isolation thermique, phonique et électrique ;
- ▶ les tuyaux pour canalisation ;
- ▶ les éléments de décorations (poignets de portes ,interrupteurs , revêtements des sols et des murs ,plinthes ,habillages des portes ,...).



Leur légèreté les rend faciles à transporter et à monter.

IV -3 -Santé

70% des emballages pharmaceutiques sont en matières plastiques .

- ▶ Les matières plastiques offrent des avantages irremplaçables dans la fabrication des appareils de chirurgie qui doivent être aseptiques pour éviter les risques de contamination.
- ▶ Biocompatibles et stérilisables avant utilisation, les plastiques se prêtent par ailleurs à la fabrication de petit matériel jetable destiné à un acte médical unique, minimisant ainsi les risques de contamination (seringues à usage unique, gants...).
- ▶ Pour remplacer des membres amputés, les matières plastiques ont permis des progrès considérables dans la conception et le moulage des prothèses externes (orthèses) sur mesure.



IV - 4-Electricité et électronique

L'évolution du marché du multimédia offre aux matières plastiques des débouchés considérables .Le nombre d'objets vendus (ordinateurs, téléphones, appareils photos, etc.) augmente chaque année, mais la quantité de matières plastiques nécessaire à leur fabrication diminue car ils sont de plus en plus petits, de plus en plus légers et de plus en plus performants.

Les matières plastiques sont utilisées dans les installations électriques (à haute, moyenne ou basse tension) en raison de leur :

- ▶ bonne isolation électrique ;
- ▶ haute résistance à la chaleur ;
- ▶ bonne stabilité ;
- ▶ longue durée de vie.



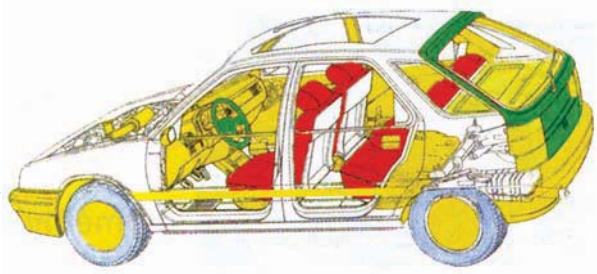
L'industrie électrique et électronique n'aurait pas atteint son niveau technologique actuel sans les multiples contributions des matériaux plastiques.

IV - 5-Automobile

Une automobile contient actuellement en moyenne 120 kg de matières plastiques, soit 12 % de sa masse totale. L'intérieur de l'habitacle (habillage intérieur, sièges et tableau de bord) représente plus de la moitié de cette masse. Les éléments de structure, la carrosserie et les équipements extérieurs (pare-chocs, phares, réservoirs, etc) comptent pour plus de 25 %. Sous le capot-moteur, la part des matières plastiques atteindra dorénavant un seuil d'environ 20 %.

En conjuguant performances techniques (bonne résistance à la corrosion et aux chocs, légèreté, liberté des formes, etc...) et compétitivité des coûts, les matières plastiques sont devenues des matériaux indispensables à l'industrie automobile.

L'utilisation des matières plastiques dans ce domaine ne cesse de progresser. En effet, cent kilogrammes de matières plastiques remplacent deux à trois fois plus de matériaux traditionnels pour le même usage. L'économie de masse qui en résulte entraîne une réduction de la consommation de carburant évaluée à 0,5 litre au 100 km ce qui diminue les rejets de gaz polluants dans l'atmosphère.



En jaune, les thermoplastiques ; en vert, les thermodurcissables ; en rouge, les polyuréthanes (mousse).

L'ESSENTIEL DU COURS

- Un polymère est un composé organique dont les molécules sont constituées par la répétition, un très grand nombre de fois, d'une petite unité structurale appelée motif.
- Le constituant de base d'une matière plastique est un polymère.
- Les matières plastiques sont de deux types :
 - ⊗ Les thermoplastiques ;
 - ⊗ Les thermodurcissables.
- La grande utilisation des matières plastiques dans différents domaines est due à leurs qualités spécifiques et à leur souplesse d'adaptation aux besoins.



http://www.lesplastiques.com/gabarit_page.asp?r=44

http://www.cite-sciences.fr/francais/web_cite/voir/invisibl/droit_fs.htm

http://pedagogie.ac-toulouse.fr/technologie/mat_plastique.htm

<http://www.dromadaire.com/mess20/pvc/>

EXERCICE RESOLU

ENONCE

La polymérisation du propène de formule $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$ donne le polypropène, polymère utilisé dans la fabrication d'emballages.

- 1) Ecrire le schéma de cette polymérisation. En déduire le motif de ce polymère.
- 2) Un polypropène a un indice moyen de polymérisation égal à 3000. Quelle est sa masse molaire moléculaire moyenne ?
- 3) Un agitateur en verre préalablement chauffé est posé sur un objet en polypropène. Ce dernier se ramollit. Ce polymère est-il thermoplastique ou thermodurcissable ?

On donne les masses molaires atomiques : $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$.

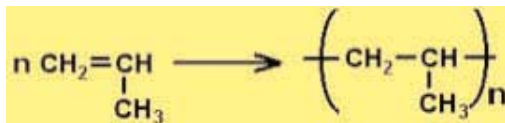
CONSEILS

► Savoir que le motif est l'unité structurale qui se répète dans la formule du polymère .

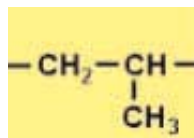
► Distinguer un thermodurcissable d'un thermoplastique.

SOLUTION

- 1) Le schéma de la polymérisation est :



Le motif est :



- 2) La masse molaire moléculaire M_p du polymère est égale au produit de l'indice de polymérisation n par la masse molaire moléculaire M_m du monomère :

$$\begin{aligned} M_p &= n \cdot M_m \\ &= 3000 \times (3 \times 12 + 6 \times 1) \\ &= 126 \times 10^3 \text{ g.mol}^{-1} = 126 \text{ kg.mol}^{-1}. \end{aligned}$$

- 3) L'objet se ramollit sous l'effet de la chaleur. Il s'agit d'un polymère thermoplastique.

EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REPENDRE PAR VRAI OU FAUX

- 1) Un polymère est un composé dont les molécules sont constituées par la répétition d'un même motif structural.
- 2) L'indice de polymérisation d'un polymère est égal au nombre d'atomes de carbone dans chacune de ses molécules.
- 3) Une matière plastique n'est constituée que de polymères.
- 4) La couleur d'une matière plastique dépend du choix de l'adjuvant.
- 5) Les matières thermoplastiques ne changent pas de forme lorsqu'elles sont chauffées.
- 6) Les matières thermodurcissables résistent à la chaleur.
- 7) Les matières plastiques sont de bons conducteurs thermiques et électriques.
- 8) A cause de leurs propriétés spécifiques, les matières plastiques sont devenues indispensables dans tous les domaines.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse

Q.C.M. N° 1

L'indice de polymérisation d'un polymère est égal au nombre :

- a) d'atomes de carbone dans chacun de ses macromolécules ;
- b) moyen de motifs ;
- c) de molécules.

Q.C.M. N° 2

Une matière plastique est un :

- a) mélange de polymères ;
- b) mélange de polymères d'indices de polymérisation voisins et d'adjuvants ;
- c) composé organique naturel.

Q.C.M. N° 3

L'adjuvant permet :

- a) de rendre le polymère thermoplastique ;
- b) d'améliorer les propriétés d'un polymère avant sa mise en forme ;
- c) d'augmenter l'indice de polymérisation.

Q.C.M. N° 4

Sous l'action de la chaleur, un objet thermoplastique :

- a) durcit ;
- b) se ramollit ;
- c) ne subit aucun changement.

Q.C.M. N° 5

Une matière plastique se carbonise sous l'effet de la chaleur, elle est alors :

- a) thermoplastique ;
- b) en polyéthène ;
- c) thermodurcissable.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) Les matières plastiques sont des composéssynthétiques.Elles contiennent donc l'élémentElles sont constituées essentiellement de.....dans lesquels se répète un très grand nombre de fois une unité structurale appelée.....
- 2) L'.....ou le de polymérisation d'un polymère est le nombre moyen deque comportent ses macromolécules.
- 3) Les matières plastiques, qui à chaud se ramollissent, sont dites....., alors que dans les mêmes conditions, les matières plastiquesrestent dures.
- 4) En général les matières plastiques sont de bons isolants et
- 5) Les matières plastiques économisent la..... et l'..... .

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

Exercices

Exercice n° 1

La masse molaire moléculaire d'un polyéthène est $M=140 \text{ kg.mol}^{-1}$. Quel est son indice (ou degré) de polymérisation ?

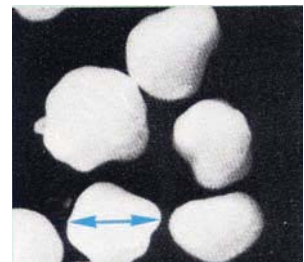
On donne :

- ◆ les masses molaires atomiques suivantes : $M(\text{C}) =12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) =1 \text{ g.mol}^{-1}$.
- ◆ la formule de l'éthène C_2H_4 .

Exercice n° 2

En admettant que la molécule de polyéthène a une longueur de l'ordre 10 000 nanomètres (nm),calculer le nombre de molécules supposées identiques et placées côte à côte le long du diamètre du grain de polyéthène photographié ci contre (grosi environ 50 fois).

On donne : $1\text{nm} = 10^{-9} \text{ m}$.



Exercice n° 3

Un polymère est constitué uniquement de carbone et d'hydrogène. Sa masse molaire moléculaire est égale à $84 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ et le degré de polymérisation est 3000.

- 1) Quelle est la formule du motif ? Déduire le nom du monomère.
- 2) Nommer le polymère .

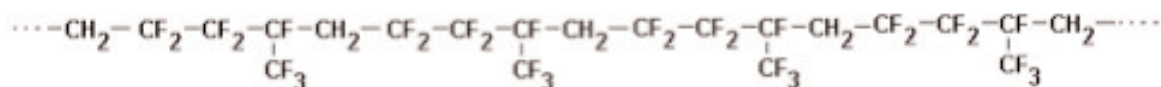
Exercice n° 4

La production de 1000 bouteilles d'un litre en matière plastique nécessite en moyenne 100 kg de pétrole. Pour fabriquer ce même nombre de bouteilles en verre, il faut 230 kg de pétrole. Calculer le pourcentage d'économie en pétrole, si l'on utilise le plastique au lieu du verre.

UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

Exercice n° 5

Certaines matières plastiques peuvent être obtenues à partir de plusieurs monomères différents. Ainsi le Vilon est un polymère de formule :



- 1) Proposer quelques motifs pour ce polymère.
- 2) Ce polymère est obtenu à partir de deux monomères A et B , liés de façon alternée :
.....ABABABABABABAB.....
Donner les formules de A et B pour chacun des motifs proposés.
- 3) Sachant que A est composé difluoré et B un composé hexafluoré. Identifier A et B.

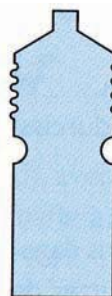
EXERCICE DOCUMENTAIRE

Les emballages plastiques : un facteur de progrès

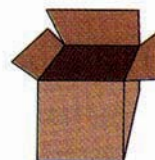
UNE SÉCURITÉ TOTALE POUR LE CONSOMMATEUR

Grâce à l'évolution des emballages et au développement du conditionnement aseptique, le consommateur est aujourd'hui beaucoup mieux prémuni contre les risques d'incidents sanitaires.

Les emballages plastiques ont apporté une contribution importante et diversifiée à la bonne conservation et à la préservation des qualités des produits. Ils représentent indéniablement un facteur capital d'amélioration de la sécurité et de la qualité de vie des consommateurs.



70%
agro-alimentaire

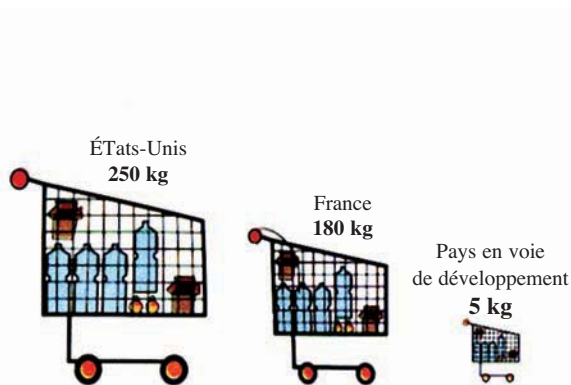


20%
produits industriels
manufacturés



10%
pharmacie
cosmétique

Une utilisation principale :
l'agroalimentaire



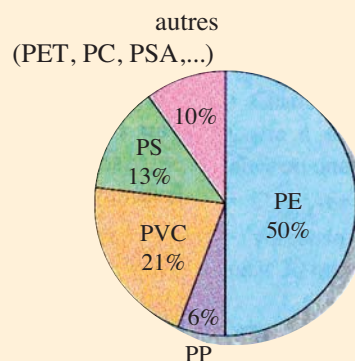
Pertes de produits alimentaires

- Pays développées : 1 à 2%
- Pays en voie de développement : jusqu'à 50%

Les emballages : un indicateur
de niveau de vie

LA PART DES MATIÈRES PLASTIQUES

L'emballage est le principal débouché des matières plastiques. Le dynamisme du secteur de l'emballage plastique s'explique par la grande variété de matières plastiques qui offrent une large palette d'application.



UNE ADAPTATION AUX EXIGENCES DE LA CONSOMMATION MODERNE

Les emballages plastiques répondent parfaitement aux exigences de la consommation moderne par leur adaptabilité aux nouveaux modes de vie : portions individuelles, présentations compatibles avec les différents modes de cuisson et de préparation,...

Leurs qualités sont variées : légèreté, résistance aux chocs, rigidité ou souplesse et malléabilité. Elles permettent aux emballages plastiques d'occuper une place privilégiée dans le conditionnement et le transport des biens.

L'hypothèse d'une suppression des emballages plastiques donnerait les résultats du tableau ci-dessous :

Masse des déchets	+413%
Volume des déchets	+256%
Utilisation d'énergie	+201%
Coût des emballages	+212%

Extrait de plastiques ménagers : la gestion des déchets d'emballage
GECOM, juillet 1991

Questions

- 1) Quel est le polymère le plus utilisé pour la fabrication d'emballages plastiques ?
- 2) Quels sont les avantages des emballages plastiques dans l'agro-alimentaire ?
- 3) La suppression des emballages plastiques peut-elle être actuellement envisagée ?

DOCUMENT 1

RECONNAISSANCE DE MATIERES PLASTIQUES

On dispose de plusieurs échantillons de matières plastiques. Pour identifier ces matières on réalise les tests qui suivent, dans l'ordre indiqué.

1) Test de chauffage

- ▶ Poser sur l'échantillon un agitateur chauffé.
- ▶ S'il se ramollit : c'est un thermoplastique ; sinon c'est un thermodurcissable.

2) Test de densité

- ▶ Plonger les échantillons dans un bécher rempli d'eau douce.
- ▶ Ajouter quelques gouttes de détergent.
- ▶ Si l'échantillon surnage : c'est un polyéthène ou un polypropène.

3) Test de Belstein

- ▶ Chauffer au rouge un fil de cuivre décapé.
- ▶ Prélever une petite quantité de matière plastique par fusion.
- ▶ Réintroduire le fil de cuivre au sommet de la flamme.
- ▶ Si la flamme est verte, c'est du polychlorure de vinyle PVC.

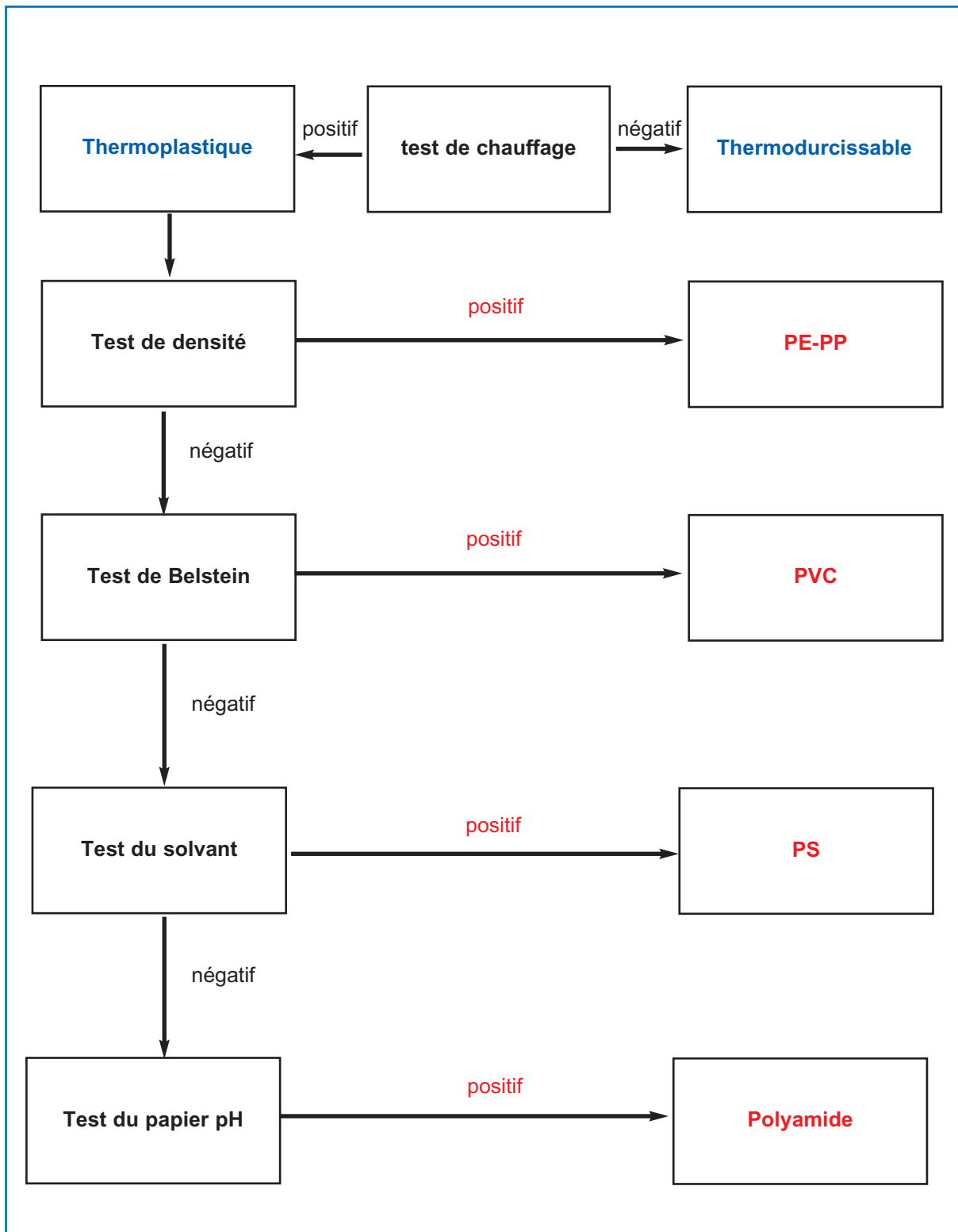
4) Test du solvant

Attention : faire ce test loin de toute flamme.

- ▶ Placer un échantillon de polymère dans un tube à essais contenant quelques millilitres d'acétone.
- ▶ Attendre quelques minutes. Si l'échantillon se dissout : c'est du polystyrène PS.

5) Test du papier pH

- ▶ Chauffer l'échantillon de polymère dans un tube à essais.
- ▶ Placer un papier pH humidifié à l'extrémité du tube.
- ▶ Si le papier pH bleuit, c'est un polyamide.



DOCUMENT 2

LE PLASTIQUE MEILLEUR QUE LE VERRE

Le verre, utilisé pour fabriquer des fibres optiques, a l'inconvénient d'être relativement couteux et fragile. Ce qui limite son emploi dans le système de transmission, d'où l'idée de faire appel à des fibres plastiques. Cependant, les fibres plastiques actuelles ne permettent pas d'obtenir des vitesses de transmission très élevées : 10 fois moins élevées que la fibre de verre classique.

Une société Japonaise , en coopération avec l'équipe du Professeur Y. Koike de l'université de Keio, affirme avoir mis au point un nouveau polymère qui permet de multiplier par 10 la vitesse de transmission à travers la fibre plastique . En outre,cette fibre présente l'avantage d'acheminer sans distorsion des signaux lumineux sur des distances beaucoup plus importantes que les fibres habituelles, qu'elles soient en verre ou en plastique.

La commercialisation de ce nouveau produit a commencé en juin 2000.

La société Japonaise estime que le prix de la fibre plastique, aujourd'hui égal à celui de la fibre de verre , devrait diminuer très vite.

D'après « Sciences et Vie » n°995
Août 2000

LES DECHETS PLASTIQUES



Un déchet est un résidu inutilisable et sans valeur. Le déchet plastique est-il toujours sans valeur ?

PLAN DU CHAPITRE

I - Impact des déchets plastiques sur l'environnement

- I-1- Pollution directe
- I-2- Pollution secondaire

II- Valorisation des déchets plastiques

- II-1- Réutilisation du matériau polymère
- II-2- Recyclage mécanique
- II-3- Recyclage chimique (ou valorisation matière première)
- II-4- Incinération (ou valorisation énergétique)

III- Matières plastiques biodégradables

PREREQUIS

- ◇ Nature et propriétés des matières plastiques
- ◇ Les bienfaits des matières plastiques

OBJECTIFS

- ◇ Enumérer les méfaits des matières plastiques.
- ◇ Enumérer des modes de traitements des matières plastiques.

I - Impact des déchets plastiques sur l'environnement

La consommation croissante des matières plastiques entraîne inévitablement le problème du devenir de ces produits après usage.

Les principaux avantages des matières plastiques (légèreté, longue durée de vie, imperméabilité, etc...) deviennent des inconvénients quand ces produits seront considérés comme des déchets.

En effet, le principal inconvénient des déchets plastiques est la pollution qu'ils causent à l'environnement. Cette pollution peut être directe ou secondaire.

I-1 - Pollution directe

Les déchets plastiques sont facilement emportés par le vent ou par les courants d'eau car ils sont très légers. Ils s'accrochent aux plantes et enlaidissent le paysage : c'est une pollution visuelle de l'environnement.

Les déchets plastiques créent une pollution relativement durable car ils sont extrêmement stables. Ils favorisent la formation de poches de gaz (par exemple le méthane) à cause de leur imperméabilité, ce qui augmente le risque d'incendies et d'explosions dans les décharges non contrôlées.

Certaines matières plastiques sont également riches en métaux lourds (mercure, plomb, cadmium, ...) qui peuvent être libérés dans l'environnement ce qui accentue le phénomène de pollution.



Une décharge à ciel ouvert

Retenons



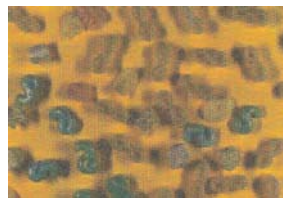
Les déchets plastiques sont des polluants de l'environnement (pollution directe).

I-2 - Pollution secondaire

Cette pollution n'est pas due aux déchets plastiques eux-mêmes, mais aux produits formés par la combustion non contrôlée de ces déchets comme les acides par exemple. Ceux-ci sont toxiques pour l'homme et nocifs pour l'environnement car ils sont à l'origine de la formation des pluies acides.

Exemples

- ▶ La combustion du polyuréthane produit du cyanure d'hydrogène HCN, poison très violent pour les hommes et les animaux.



Objets en polyuréthane : chips servant à l'emballage d'objets fragiles

- ▶ La combustion du polychlorure de vinyle PVC produit du chlorure d'hydrogène HCl qui provoque les maladies des voies respiratoires (asthme, bronchites) et est à l'origine de la formation des pluies acides.



objets en PVC : bouteilles d'eau minérale

- ▶ la combustion d'autres matières plastiques peut produire :
 - du fluorure d'hydrogène HF qui peut provoquer des hémorragies internes et des troubles cardiaques.
 - des oxydes d'azote NO_x , qui entrent dans de nombreux mécanismes de pollution (pluies acides, destruction de la couche d'ozone).

Retenons



Certains produits de la combustion des déchets plastiques sont des polluants de l'environnement (pollution secondaire).

II - Valorisation des déchets plastiques

Que faire pour éviter les pollutions causées par les déchets plastiques ?

II-1 - Réutilisation du matériau polymère

Certains emballages plastiques (bouteilles, fûts, seaux ...) peuvent être lavés et réutilisés de nouveau à condition de les affecter à leur utilisation initiale.



II-2 - Recyclage mécanique

Le recyclage mécanique est une suite de traitements (lavage, broyage, séchage ou granulation) au cours desquels les déchets plastiques sont régénérés en une matière première qui sert à fabriquer de nouveaux produits.

C'est ce qui se passe par exemple avec les bouteilles plastiques qui sont broyées en paillettes pour servir à fabriquer des tuyaux, des arrosoirs, des tubes pour passage de câbles, des poils de balais, des poubelles, etc...

Retenons



Le recyclage mécanique est une suite de traitements (lavage, broyage, séchage ou granulation) au cours desquels les déchets plastiques sont régénérés en une matière première qui sert à fabriquer de nouveaux produits.

Traitement des bouteilles en plastique



Lavage des bouteilles



Broyage / lavage des paillettes



Paillettes / Granulés PEHD



Paillettes / Granulés PET

Quelques objets obtenus à partir de bouteilles en plastique recyclées



Arrosoir contenant du PEHD recyclé



Rembourrage d'anorak contenant du PET recyclé



Tubes pour passage de câbles et mandrins pour enrouler des films contenant du PEHD recyclé



Poils de balai contenant du PET recyclé



Poubelles contenant du PEHD recyclé

II-3 - Recyclage chimique (ou valorisation de la matière première)

Les déchets plastiques sont triés et traités chimiquement de façon à ce que l'on obtienne des produits de base tels que les monomères qui ont servi à les fabriquer.

Ainsi par craquage thermique (on chauffe les matières plastiques sans air) on obtient des hydrocarbures qui peuvent être réutilisés par les industries chimiques.

Cependant ces opérations sont coûteuses et ne peuvent s'effectuer qu'après un tri très précis des matières plastiques à recycler.

Retenons



Le recyclage chimique consiste à traiter chimiquement des déchets plastiques pour obtenir des produits de base

II-4 - Incinération (ou valorisation énergétique)

Le haut pouvoir calorifique des matières plastiques (identique à celui du fioul et du charbon) en fait un produit intéressant pour la valorisation énergétique, sous réserve de traitement des fumées dégagées.

L'incinération des déchets plastiques consiste à les brûler dans un four alimenté en air. On récupère de l'énergie sous forme de chaleur produite par la combustion de ces déchets. Cette énergie peut servir à alimenter un "réseau de chaleur" (un réseau de tuyaux dans lesquels circule de l'eau chaude et qui alimente des habitations en eau chaude et chauffage). Elle peut également servir à produire de l'électricité grâce à des turbines et à des alternateurs. Les fumées produites lors de la combustion peuvent être polluantes. Il faut les traiter afin d'éliminer tous les produits toxiques et limiter les rejets de poussières. A leur sortie du four, les fumées sont filtrées pour récupérer tous les produits polluants.

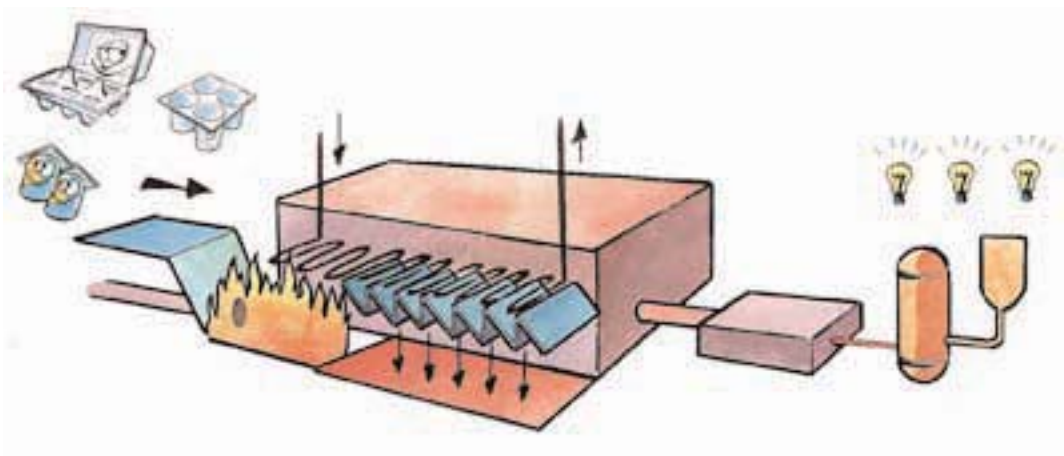


Schéma d'une usine d'incinération de déchets plastiques

Retenons



L'incinération des déchets plastiques consiste à les brûler en présence d'air.

III - Matières plastiques biodégradables

Une matière plastique biodégradable est une matière qui peut être dégradée, naturellement par les organismes décomposeurs (bactéries) d'un écosystème (environnement naturel), en éléments présents à l'état naturel dans cet écosystème.

Il existe plusieurs procédés pour rendre les matières plastiques biodégradables. On peut par exemple incorporer dans le plastique de l'amidon de maïs qui peut être photodégradé (l'action du soleil engendre une réaction chimique qui mène à la destruction du plastique).

Les plastiques biodégradables ont plusieurs inconvénients :

- ▶ ils sont moins résistants que les plastiques classiques ;
- ▶ ils ne se dégradent pas complètement : la dégradation se limite à la fragmentation du produit (seul l'amidon de maïs se dégrade) ;
- ▶ ils peuvent conduire à des produits de décomposition eux mêmes polluants;
- ▶ ils peuvent infecter les produits emballés avec des bactéries ou leur donner une odeur ;
- ▶ leur prix de revient est trop élevé pour des usages courants.

Exemple

On fabrique pour l'agriculture des films plastiques dans lesquels sont incorporés des traces de composés qui provoquent la rupture des macromolécules lorsque les films sont exposés à la lumière. Ces films photodégradables sont émiettés en quelques mois.

Retenons



Une matière plastique biodégradable se dégrade naturellement par des organismes décomposeurs (bactéries).

L'ESSENTIEL DU COURS

- Les déchets plastiques sont des polluants de l'environnement.
- Certains produits de combustion des déchets plastiques sont des polluants de l'environnement.
- Le recyclage mécanique est une suite de traitements au cours desquels les déchets plastiques sont régénérés en une matière première qui sert à fabriquer de nouveaux produits.
- Le recyclage chimique consiste à traiter chimiquement des déchets plastiques pour obtenir des produits de base.
- L'incinération des déchets plastiques consiste à les brûler en présence d'air.
- Une matière plastique biodégradable se dégrade naturellement par des organismes décomposeurs (bactéries).



http://www.lesplastiques.com/gabarit_page.asp?r=49
<http://www.careersinplastics.ca/fr/environnement.shtml>
http://www.cpia.ca/files/files/files_FTAPERcuGenRec.pdf
<http://www.environnement.ccip.fr/dechets/fiches/plastiques.htm>
http://www.inrs.fr/htm/produits_degradation_thermique_matiere-plastiques.html

EXERCICES

VERIFIER SES ACQUIS

REPENDRE PAR VRAI OU FAUX

- 1) Les avantages des matières plastiques peuvent devenir des inconvénients.
- 2) Le principal inconvénient des matières plastiques est la pollution qu'elles causent à l'environnement.
- 3) Du fait de leur imperméabilité, les déchets plastiques sont facilement emportés par le vent ou par les courants d'eau.
- 4) La combustion des déchets plastiques produit des gaz qui ne polluent pas l'atmosphère.
- 5) Certains emballages plastiques peuvent être lavés et réutilisés.
- 6) Les déchets plastiques peuvent être des matières premières pour la fabrication d'objets plastiques.
- 7) L'incinération des déchets plastiques permet d'obtenir de l'énergie thermique .
- 8) Le recyclage mécanique des déchets plastiques est une valorisation énergétique.
- 9) Les matières plastiques biodégradables se dégradent moins vite que les autres matières plastiques.
- 10) Les matières plastiques biodégradables ne présentent que des avantages.

Q.C.M.

Choisir la bonne réponse

Q.C.M. N° 1

Les déchets plastiques :

- a) polluent l'environnement ;
- b) ne polluent pas l'environnement ;
- c) protègent l'environnement.

Q.C.M. N° 2

Les déchets plastiques ont :

- a) uniquement des avantages ;
- b) uniquement des inconvénients ;
- c) des avantages et des inconvénients.

Q.C.M. N° 3

Le recyclage mécanique des déchets plastiques permet de :

- a) récupérer de l'énergie;
- b) fabriquer de nouveaux produits plastiques ;
- c) fabriquer des produits métalliques.

Q.C.M. N° 4

La réutilisation des déchets plastiques :

- a) contribue à la pollution de l'environnement ;
- b) contribue à la protection de l'environnement ;
- c) n'a aucun impact sur l'environnement.

Q.C.M. N° 5

L'incinération des déchets plastiques est :

- a) une valorisation énergétique de ces déchets ;
- b) une valorisation de la matière première ;
- c) un recyclage mécanique.

Q.C.M. N° 6

Le recyclage des déchets plastiques :

- a) limite la pollution des sols et de l'atmosphère ;
- b) augmente la pollution des sols et de l'atmosphère ;
- c) n'a aucun impact sur l'environnement.

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) A cause de leur, les déchets plastiques sont emportés par le vent ou par les courants d'eau ; ce qui entraîne une de l'environnement.
- 2) L'incinération des déchets plastiques produit de la qui les valorise et qui permet de produire de et de
- 3) L'inconvénient de l'incinération des déchets plastiques réside dans la formation de gazet
- 4) Les avantages des matières plastiques peuvent devenir des quand elles deviennent des déchets. Pour réduire les méfaits des déchets plastiques, on leur fait subir soit une incinération soit un
- 5) Le recyclage des déchets plastiques conduit à l'obtention de nouvelles : c'est la valorisation des déchets plastiques.

EXERCICE DOCUMENTAIRE

LA BIODÉGRADABILITÉ : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Les qualités des matières plastiques

On exige des matières plastiques un certain nombre de qualités : solidité, légèreté, parfois transparence, inertie aux agents chimiques ou au contact des aliments. Ces qualités semblent incompatibles avec la notion de biodégradabilité, pour autant que cette notion puisse être définie et quantifiée.

Dans l'état actuel des connaissances, le démarrage de la biodégradation s'avère impossible à déterminer. Or, il importe que la durée de vie de l'emballage soit supérieure à celle du produit qu'il transporte ou qu'il emballage.

La biodégradation de l'emballage ne risque-t-elle pas d'entraîner l'altération du contenu ?

Pour l'emballage des denrées alimentaires, ce risque ne peut être pris pour des questions d'hygiène et de santé publique.

Dans le processus de biodégradabilité, les produits de décomposition résultant des métabolismes des charges nutritives (amidon par exemple) et des diverses substances chimiques ajoutées sont actuellement mal connus et dépendent sans doute des conditions de la dégradation et des produits rencontrés dans les sols ou dans les ordures...

Les risques de pollution des nappes phréatiques à moyen terme doivent être soigneusement étudiés, ainsi que les dégagements gazeux, les cendres et les poussières provenant de l'incinération des plastiques biodégradables.

Une voie de recherche déjà ancienne

Différents bilans de recherches montrent que les produits obtenus :

- ▶ sont moins résistants que les plastiques classiques ;
- ▶ ont une dégradabilité aléatoire ;
- ▶ peuvent conduire à des produits de décomposition susceptibles d'être eux-mêmes polluants ;
- ▶ peuvent infecter les aliments avec des bactéries ou donner une odeur aux produits emballés.

« Désresponsabilisation » du consommateur

Enfin la biodégradabilité, par le concept même qu'elle véhicule, présente le danger de désresponsabilisation du consommateur.

Le sens civique, qui souvent évite les abandons de déchets inconsidérés, risque de se réduire.

Le consommateur se débarrassera sans précaution de ces matériaux pensant qu'ils sont désagréables.

Or en matière d'environnement et d'écologie, la prévention et la responsabilisation de tous sont deux concepts fondamentaux.

En tout état de cause, la biodégradabilité n'apporterait aucune solution au problème de la gestion des déchets.

Extrait de *Matières plastiques et environnement, Enjeux et perspective*

Questions

- 1) Définir le mot biodégradabilité.
- 2) La biodégradabilité est-elle compatible avec les qualités des matières plastiques ?
- 3) Quels sont les problèmes posés par la biodégradabilité des matières plastiques ?
- 4) Comment le consommateur peut-il intervenir dans la gestion des déchets ?

DOCUMENT 1

De la bouteille vide au pull-over

1) Dans la poubelle d'emballages recyclables de la cuisine



A la maison, la bouteille vide est jetée avec le papier, le carton, les canettes en métal, c'est à dire des emballages qui peuvent être recyclés.

2) Dans la poubelle d'emballages recyclables du quartier



La bouteille se retrouve dans cette grande poubelle qui recueille tous les emballages recyclables.

3) A bord du camion de collecte



La bouteille tombe dans le camion qui ramasse les poubelles pour les acheminer vers les centres de tri.

4) Au centre de tri



La bouteille passe sur un tapis roulant. On la jette dans l'un des trois bacs correspondant aux différentes familles de plastiques.

5) Au cœur de la balle



La bouteille est compressée avec environ 5000 autres bouteilles faites du plastique. Cela forme une balle.

<p>6) Chez le recycleur</p> 	<p>La bouteille est broyée en milliers de petits bouts qui passent dans des bains de nettoyage pour enlever les restes d'étiquettes, de colle et de bouchons.</p>
<p>7) Dans le bain de tri</p> 	<p>Pour vérifier que les familles de plastique sont bien classées, on trie à nouveau les morceaux de plastique en les faisant passer dans un bain d'eau.</p>
<p>8) Dans la machine à paillettes</p> 	<p>Les morceaux de plastique sont séchés et réduits en fines paillettes de plastique.</p>
<p>9) A l'usine de tissu</p> 	<p>Les paillettes sont fondues moulées et étirées en de longs filaments. Ceux-ci sont tissés pour donner du tissu.</p>
<p>10) Dans l'atelier de filature</p> 	<p>Le tissu obtenu est découpé puis cousu pour confectionner un pull-over</p>

DOCUMENT 2

La production de matières plastiques biodégradables

Les matières plastiques, qui sont des matières organiques, sont obtenues en incorporant, à une "résine" de base, divers composés qui améliorent les caractéristiques du plastique. Ces résines à la base des matières plastiques sont des polymères.

On ne trouve pas de matières plastiques "naturelles". Elles sont toutes fabriquées par l'homme. Par contre, il existe des polymères naturels (la cellulose, l'amidon, les protéines). La majorité des polymères artificiels utilisés actuellement sont fabriqués à partir de produits pétroliers.

A l'origine, le plastique a été développé en prenant en compte plusieurs critères : coût faible, solidité, flexibilité, résistance à l'action des micro-organismes. Les plastiques les plus communs sont le polyéthène (PE) pour les flacons et les sacs, le polypropène (PP) pour les films et godets, le polystyrène (PS) pour les barquettes, le polychlorure de vinyle (PVC) et le polyéthène téréphtalate (PET) pour les bouteilles.

Ces polymères sont intéressants pour une utilisation à long terme, mais pas pour une utilisation à court terme. En effet, les produits conventionnels de polyéthène, par exemple, peuvent mettre plus de 100 ans à être dégradés.

De plus, la production de plastique nécessite l'utilisation d'un grand nombre de produits chimiques et d'énergie. Les gaz et les produits résultant de cette production sont toxiques et présentent des problèmes de dépollution des gaz avant de les rejeter dans l'atmosphère ou encore de dégradation des composés dans les décharges.

En effet, l'action des micro-organismes prend du temps pour dégrader certains plastiques et peut induire la formation de composés toxiques qui peuvent tuer la flore microbienne nécessaire à la dégradation d'autres produits dans les décharges. Depuis quelques années, il y a un intérêt croissant dans le développement des nouveaux types de plastiques biodégradables. Cet intérêt est né de la prise de conscience de l'impact négatif des déchets plastiques sur l'environnement. Parmi les plastiques biodégradables existants, les polymères de la famille des polyhydroxyalcanoates (PHA) sont produits sous formes de granules par plus de 200 bactéries, qui les utilisent comme source de carbone et d'énergie.

Pour l'industrie, ces PHA possèdent des qualités fort intéressantes: ils peuvent remplacer le plastique dérivé du pétrole tout en étant entièrement biodégradables. Les caractéristiques mécaniques de ces polymères dépendent de la structure chimique des monomères qui les composent. De manière générale, le PHA dont les monomères possèdent de courtes chaînes carbonées sont plutôt rigides, tandis que ceux qui comportent des monomères à chaîne moyenne ont une consistance plus souple. Ainsi, la bactérie *Alcaligenes eutrophus* permet de produire aujourd'hui des centaines de tonnes d'un plastique commercialisé sous l'appellation Biopol.

Même si les bactéries arrivent à produire par fermentation des quantités de PHA représentant jusqu'à 80-90 % de leur poids sec, le coût de production de ce plastique biodégradable est élevé (5 à 15 fois plus cher par rapport aux plastiques dérivés du pétrole).

Grâce au génie génétique, les plantes peuvent être utilisées comme des usines biologiques pour la synthèse de nouvelles molécules qu'elles n'accumulent pas naturellement. Elles pourraient donc remplacer avantageusement la fermentation bactérienne, et réduire les coûts de production du PHA.

Des résultats encourageants ont été obtenus pour la production du PHA à courtes chaînes, chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana* et ensuite chez le colza, par transfert des gènes bactériens impliqués dans la biosynthèse du polymère. Ces plantes transgéniques accumulaient des quantités de polymère utiles pour l'industrie (8 à 14 % de leur poids sec). Récemment, du PHA à chaînes moyennes a été produit chez *Arabidopsis*, mais le taux d'accumulation du polymère est encore trop bas (0.4 % du poids sec).

Ainsi la production de polymères par les plantes transgéniques est encore au stade expérimental à cause de son faible rendement. Des recherches en cours devraient permettre d'améliorer et d'augmenter cette production.

Ce plastique naturel, dont la production reposerait sur une ressource agricole renouvelable, sera totalement biodégradable.

REPONSES AUX EXERCICES

LA MATIERE

CHAPITRE 1 : UN MODELE DE DESCRIPTION DE L'ATOME

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	F	F	F	F	V	V	F	F	V

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
d	c	c	c	b

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) noyau - positivement - électrons - négativement - nulle - électriquement neutre.
- 2) protons et neutrons - nulle - positive.
- 3) protons

Exercices

Exercice n° 1

Atome	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
${}_{9}^{19}\text{F}$	9	10	9
${}_{15}^{31}\text{P}$	15	16	15
${}_{4}^{9}\text{Be}$	4	5	4
${}_{24}^{51}\text{Cr}$	24	27	24
${}_{11}^{23}\text{F}$	11	12	11

Exercice n° 2

Symbole de l'atome	Symbole du noyau	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
B	${}_{5}^{11}\text{B}$	5	6	5
Mg	${}_{12}^{25}\text{Mg}$	12	13	12
Na	${}_{11}^{23}\text{Na}$	11	12	11

Exercice n° 3

1) Le nombre d'électrons : $n_e = \frac{-40 \cdot 10^{-19}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 25$.

2) $Z = 25$.

3) $A = Z + N = 25 + 30 = 55$.

Exercice n° 4

1) a) $Z = \frac{20,8 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 13$

b) $A = \frac{45,09 \cdot 10^{-27}}{1,67 \cdot 10^{-27}} = 27$

2) L'atome a 13 protons, 14 neutrons et 13 électrons.

3) $Z=13$ donc l'atome est un atome d'aluminium et son symbole est ${}^{13}_{27}\text{Al}$.

Exercice n° 5

1) $m = Z(m_p + m_e) + (A - Z)m_n$.

2) $m_e \ll m_p$ et $m_p \approx m_n$ alors $m = A \cdot m_p \approx A \cdot m_n$. La masse du noyau, exprimée en masse de nucléons, est égale à A. C'est pourquoi A est appelé nombre de masse.

CHAPITRE 2 : L'ÉLÉMENT CHIMIQUE

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	F	V	V	F	F	V	V	V	V

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
a	c	a	a	b

RECOPIER ET COMPLÉTER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) symbole - nombre de masse.
- 2) numéro atomique - masse - nombre de masse.
- 3) carbone - azote

Exercices

Exercice n° 1

- 1) 2 - 2 - 2 - 3 - 2 (nombre d'éléments)
- 2) carbone et oxygène - soufre et oxygène - soufre et oxygène - calcium, carbone et oxygène - aluminium et oxygène.

Exercice n° 2

- 1) 15 électrons, 15 protons et 16 neutrons.
- 2) 15 électrons, 15 protons et 15 neutrons.
- 3) Il s'agit de deux atomes d'un même élément : même numéro atomique
- 4) X et P sont des isotopes.
- 5) Dans les médicaments à base de phosphore, celui-ci est combiné avec d'autres éléments.

Exercice n° 3



- 2) Les éléments présents dans les réactifs sont : le cuivre Cu, l'oxygène O et le carbone C.
- 3) Les mêmes éléments sont présents dans les produits de la réaction.

Exercice n° 4

1)

Symbole	S	C	C	S	O	O
Nombre de charge	16	6	6	16	8	8
Nombre de masse	32	12	14	34	16	18
Nombre de neutrons	16	6	8	18	8	10
Symbole du noyau	${}^{32}_{16}\text{S}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{14}_6\text{C}$	${}^{34}_{16}\text{S}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{18}_8\text{O}$

2) Dans le tableau on a 3 éléments (S,C et O).

3) Les isotopes sont :

- 2 isotopes du soufre : ${}^{32}_{16}\text{S}$ ${}^{34}_{16}\text{S}$

- 2 isotopes de l'oxygène : ${}^{16}_8\text{O}$ ${}^{18}_8\text{O}$

- 2 isotopes du carbone : ${}^{12}_6\text{C}$ ${}^{14}_6\text{C}$

CHAPITRE 3 : UN MODELE DU CORTEGE ELECTRONIQUE

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	F	V	F	F	V	F	F	F	F

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4
b	b	b	c

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

1) couches - niveaux d'énergie

2) K,L,M - noyau - proche

3) limité - deux - huit - K - saturée - L

Exercices

Exercice n° 1

Atome	${}^4_2\text{He}$	${}^9_4\text{Be}$	${}^{14}_7\text{N}$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$
Structure électronique	(K) ²	(K) ² (L) ²	(K) ² (L) ⁵	(K) ² (L) ⁸ (M) ²

Exercice n° 2

1) (K)²(L)⁸(M)⁴ .

2) Couche externe: M - Couches internes : K et L.

3) 4 électrons externes

Exercice n° 3

- 1) 11 électrons
- 2) Couche externe : M - 1 électron.
- 3) Couches internes : K et L.

Exercice n° 4

- 1) $K^2(L)^8$
- 2) L est la couche externe - K est la couche interne.
- 3) Le nombre d'électrons externes est 8.

Exercice n° 5

- 1) ${}^{19}_9F: (K)^2(L)^7$ - ${}^{35}_{17}Cl: (K)^2(L)^8(M)^7$
- 2) a) L est la couche externe pour le fluor - M est la couche externe pour le chlore.
b) L'atome de fluor et l'atome de chlore ont le même nombre d'électrons externes.

Exercice n° 6

- 1) a) Les formules électroniques $(K)^2(M)^1$, $(K)^1(L)^2$ et $(K)^1(L)^1(M)^1$ ne respectent pas les règles de remplissage des couches.
b) $(K)^2(L)^1$
- 2) La couche externe est la couche L, elle comporte un électron.

Exercice n° 7

- 1) Tous les ions cités dans le tableau ont la même structure électronique $(K)^2(L)^8$
- 2) Tous les ions ont le même nombre d'électrons périphériques.

CHAPITRE 4 : DES ATOMES AUX MOLECULES

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	F	V	V	F	F	F	V	F	F

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
b	c	a	a	a

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) octet - huit
- 2) covalente
- 3) doublets
- 4) demi - externe - doublet liant - liaison covalente - non liant
- 5) traits

Exercices

Exercice n° 1

- 1) 7 électrons externes.
- 2) 14 électrons - 7 doublets.
- 3) $|\overline{\text{F}}-\overline{\text{F}}|$

Exercice n° 2

- 1) L'atome d'hydrogène a 1 électron externe et l'atome de chlore a 7 électrons externes
- 2) Le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule de HCl est 8. Le nombre de doublets est 4.
- 3) $\text{H}-\overline{\text{Cl}}|$ 1 doublet liant et 3 doublets non liants

Exercice n° 3

- 1) L'atome de phosphore a 5 électrons externes et l'atome de chlore a 7 électrons externes.
- 2) Le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule de PCl_3 est $1 \times 5 + 3 \times 7 = 26$ soit 13 doublets.

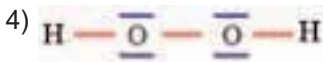
- 3) $|\overline{\text{Cl}}-\overline{\text{P}}-\overline{\text{Cl}}|$ 3 doublets liants et 10 doublets non liants

Exercice n° 4

- 1) La formule brute du sulfure d'hydrogène est H_2S .
- 2) Le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule de H_2S est $2 \times 1 + 1 \times 6 = 8$.
- 3) Chaque atome d'hydrogène possède 1 doublet liant et l'atome de soufre possède 2 doublets liants et 2 doublets non liants.

Exercice n° 5

- 1) Mise en commun de doublets d'électrons.
- 2) L'atome d'hydrogène a 1 électron externe et l'atome d'oxygène a 6 électrons externes.
- 3) Le nombre d'électrons apportés par l'ensemble des couches externes des atomes de la molécule de H_2O_2 est $2 \times 1 + 2 \times 6 = 14$ soit 7 doublets.



- 5) 3 doublets liants et 4 doublets non liants.

CHAPITRE 5 : TABLEAU DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V	F	V	V	F	F	F	V	V	V

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°5
b	b	a	a	b	a

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) numéro atomique - colonne.
- 2) famille - alcalins - halogènes - gaz rares.
- 3) même nombre.
- 4) alcalins - halogènes - gaz rares.

Exercices

Exercice n° 1

- 1) $(K)^2(L)^8(M)^4$.
- 2) a) P(Z=15) - S(Z=16) - Cl(Z=17) - Ar(Z=18).
b) b) P: $(K)^2(L)^8(M)^5$ - S: $(K)^2(L)^8(M)^6$ - Cl: $(K)^2(L)^8(M)^7$ - Ar: $(K)^2(L)^8(M)^8$.

Exercice n° 2

- 1) X appartient à la deuxième période et à la septième colonne.
- 2) Son numéro atomique est Z=9.
- 3) Le symbole de l'élément X est F.

Exercice n° 3

- 1) $(K)^2(L)^7$ - Z=9.
- 2) L'élément X est le fluor F.
- 3) Le chlore Cl et le brome Br appartiennent à la même colonne que le fluor F, alors ils ont la même structure électronique externe que le fluor.

Exercice n° 4

1)

Elément	I	II	III	IV	V	VI	VII
Numéro atomique	3	5	9	10	11	17	18
Structure électronique	$(K)^2(L)^1$	$(K)^2(L)^3$	$(K)^2(L)^7$	$(K)^2(L)^8$	$(K)^2(L)^8(M)^1$	$(K)^2(L)^8(M)^7$	$(K)^2(L)^8(M)^8$
Nombre d'électrons externes	1	3	7	8	1	7	8

- 2) Voir tableau.
- 3) a) Les éléments ayant le même nombre d'électrons externes appartiennent à une même famille.
I et V ; III et VI ; IV et VII
b) I et V : famille des alcalins.
III et VI : famille des halogènes.
IV et VII : famille des gaz rares.

Exercice n° 5

- 1) Le dibrome Br_2 et le diiode I_2
- 2) dichlore + aluminium \longrightarrow trichlorure d'aluminium AlCl_3
dibrome + aluminium \longrightarrow tribromure d'aluminium AlBr_3 .
diiode + aluminium \longrightarrow triiodure d'aluminium AlI_3 .

LES SOLUTIONS AQUEUSES ACIDES ET BASIQUES

CHAPITRE 1 : LE PH DES SOLUTIONS AQUEUSES

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V	V	F	F	F	F	F	F	F	V

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
b	a	a	a	c

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) acide - basique - ou neutre
- 2) papier pH - pH-mètre
- 3) 0 et 14 - acide - basique - neutre
- 4) augmente - diminue - reste constant
- 5) couleur

Exercices

Exercice n° 1

Solution	pH	Caractère de la solution
Eau de javel	11,1	Basique
Limonade	4,2	Acide
Vinaigre	3	Acide
Déboucheur de tuyaux	12 à 13	Basique
Eau de pluie	6	Acide
Sérum physiologique	7	Neutre
Lait de magnésie (antiacide)	10,5	Basique
Eau de lavage (savons et détergents)	9 -11	Basique
Eau distillée	7	Neutre

Exercice n° 2

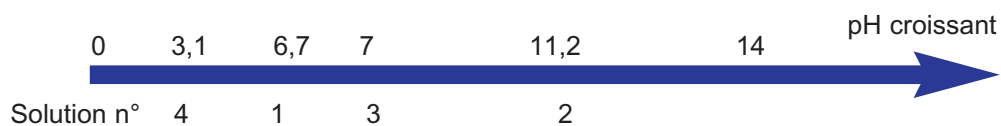
Solution	Caractère de la solution	pH
Jus de citron	Acide	inférieur à 7
Jus de tomate	Acide	inférieur à 7
Détergent	Basique	supérieur à 7
Chaux	Basique	supérieur à 7
Chlorure de sodium	Neutre	égal à 7

Exercice n° 3

1)

Solution n°	pH	Caractère de la solution
1	6,7	Acide
2	11,2	Basique
3	7	Neutre
4	3,1	Acide

2)



Exercice n° 4

1) et 2)

Solution	pH	Caractère de la solution
(1)	2	Acide
(2)	7	Neutre
(3)	8	Basique
(4)	5	Acide
(5)	10	Basique

3) L'eau M₁ .

CHAPITRE 2 : REACTIONS DES SOLUTIONS ACIDES ET BASIQUES

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	V	V	V	F	F	F	V	V	V

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
b	b	a	b	a

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) ions - ionique.
- 2) dihydrogène - ions Fe^{2+} .
- 3) chlorhydrique - dihydrogène.
- 4) dihydrogène - zincate de sodium.
- 5) dioxyde de carbone - l'eau de chaux

Exercices

Exercice n° 1

Jus de citron- boisson gazeuse- limonade.

Exercice n° 2

Le détartrant car il attaque le marbre(pH acide).

Exercice n° 3

Parce que ces récipients sont faits de matériaux inattaquables par les solutions acides ou basiques.

Exercice n° 4

- 1) Le dihydrogène de formule H_2 .
- 2) Par la détonation qu'il provoque au contact d'une flamme.
- 3) $2 \text{Al} + 2 \text{Na}^+ + 2 \text{OH}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3 \text{H}_2 + 2 \text{AlO}_2^- + 2 \text{Na}^+$

Exercice n° 5

- 1) On observe un dégagement de gaz avec disparition progressive de la couche de zinc.
- 2) Le gaz s'enflamme avec détonation.
- 3) Le dihydrogène - H_2 .
- 4) Précipité blanc d'hydroxyde de zinc - l'ion zinc Zn^{2+}

Exercice n° 6

- 1) Aucune réaction entre le cuivre et l'acide chlorhydrique.
- 2) Non, le dihydrogène est un gaz incolore.
- 3) La réaction n'est pas due uniquement aux ions hydronium H_3O^+ mais aussi aux ions nitrate NO_3^- .

Exercice n° 7

- 1) L'apprenti n'est pas prudent : « l'eau de batterie » est acide. Elle attaque le zinc et le fer.
- 2) La réaction entre les ions hydronium (de la solution acide) et le zinc ou le fer(fer galvanisé) donnent le gaz dihydrogène H_2 et des ions.
- 3) Ces ions Zn^{2+} et Fe^{2+} donnent avec les ions hydroxydes d'une solution de soude des précipités.
- 4) $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{OH}^- \longrightarrow \text{Zn(OH)}_2$ (solide blanc)
 $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe(OH)}_2$ (solide vert)

CHIMIE ORGANIQUE : LES MATIERES PLASTIQUES

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES MATIERES PLASTIQUES

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8
V	F	F	V	F	V	F	V

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
b	b	b	b	c

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) organiques - carbone - polymère - motif.
- 2) indice - le degré - motifs.
- 3) thermoplastiques - thermodurcissables.
- 4) thermiques - électriques.
- 5) matière première - énergie

Exercices

Exercice n° 1

Le monomère du polyéthène est l'éthène de formule $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, soit le motif $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{)}$ de masse molaire $M_m = 28 \text{ g.mol}^{-1}$. La masse molaire du polyéthène étant $M = 145 \text{ kg.mol}^{-1}$; le degré de polymérisation serait $n = \frac{140.10^3}{28} = 5000$.

Exercice n° 2

Le diamètre du grain schématisé est environ $d = 20 / 50 = 0,4 \text{ mm}$

En admettant que les molécules de polyéthène sont alignées le long de ce diamètre, leur nombre serait :
 $N = d / l = 0,4 \cdot 10^{-3} / 10\,000 \cdot 10^{-9} = 40$ molécules.

Exercice n° 3

1) $M_m = 84000 / 3000 = 28 \text{ g.mol}^{-1}$. Le motif est : $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{)-}$

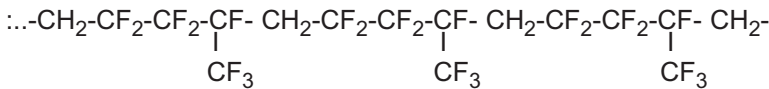
Le monomère est : l'éthène $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

2) Le polyéthène (PE).

Exercice n° 4

L'économie en pétrole serait : $(230 - 100) / 230 = 0,565$ soit 56,5%

Exercice n° 5



1) Voici quelques motifs : $\dots\text{-(CH}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{-CF)-}$ $\text{-(CF}_2\text{-CF}_2\text{-CF-CH}_2\text{)-}$
 $\begin{array}{c} | \\ \text{CF}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} | \\ \text{CF}_3 \end{array}$

2) Les deux monomères alternés sont : (a) $\text{CH}_2 = \text{CF}_2$ et (b) $\text{CF}_2 = \text{CF}$
 $\begin{array}{c} | \\ \text{CF}_3 \end{array}$

3) Identification A : difluoroéthène (a)

B : hexafluoropropène (b).

CHAPITRE 2 : LES DECHETS PLASTIQUES

REPONDRE PAR VRAI OU FAUX

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V	V	F	F	V	V	V	F	F	F

Q.C.M.

N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6
a	c	b	b	a	a

RECOPIER ET COMPLETER LES PHRASES SUIVANTES

- 1) légèreté - pollution
- 2) chaleur - l'électricité - eau chaude
- 3) toxiques - polluant
- 4) inconvénients - recyclage
- 5) matières plastiques - matière

Liste des éléments par ordre alphabétique

La liste comprend le **Nom**, le symbole **S**, le numéro atomique **Z**, la masse molaire atomique **M** ainsi que l'**origine** du nom des éléments.

Nom	S	Z	M	Origine
Actinium	Ac	89	227,0270	du grec aktis , rayon
Aluminium	Al	13	26,9815	du latin alumen , astringent
Américium	Am	95	243,0614	les Amériques
Antimoine	Sb	51	121,75	du grec antimonium , non isolé
Argent	Ag	47	107,870	du latin argentum , argent
Argon	Ar	18	39,948	du grec argon , inerte
Arsenic	As	33	74,9216	du grec arsenikon , pigment rouge
Astate	At	85	209,9871	du grec astatos , instable
Azote	N	7	14,0067	du grec a privatif et zôê , vie, gaz sans vie
Baryum	Ba	56	137,34	du grec barys , lourd
Berkélium	Bk	97	(247)	Berkeley en Californie
Béryllium	Be	4	9,0122	du grec beryl , sucré
Bismuth	Bi	83	208,980	de l'allemand weisse masse , masse blanche
Bohrium	Bh	107	262,12	Niels Bohr
Bore	B	5	10,811	de l'arabe buraq , blanc
Brome	Br	35	79,909	du grec bromos , puant
Cadmium	Cd	48	112,40	du grec kadmeia , calamine, carbonate de zinc
Calcium	Ca	20	40,08	du latin calx , chaux
Californium	Cf	98	251,0796	Californie
Carbone	C	6	12,01115	du latin carbon , charbon
Cérium	Ce	58	140,12	Cères , astéroïde
Cæsium	Cs	55	132,905	du latin caesius , bleu
Chlore	Cl	17	35,453	du grec chloros , jaune verdâtre
Chrome	Cr	24	51,996	du grec chroma , couleur
Cobalt	Co	27	58,9332	de l'allemand kobold , lutin
Cuivre	Cu	29	63,54	du latin Cyprium , Chypre
Curium	Cm	96	247,0704	Marie et Pierre Curie
Darmstadtium	Ds	110	(269)	Laboratoire de Darmstadt

Dubnium	Db	105	262,114	Dubna Institut nucléaire de Dubna, URSS
Dysprosium	Dy	66	162,50	du grec dysprositos , difficile à avoir
Einsteinium	Es	99	252,083	Albert Einstein
Erbium	Er	68	167,26	Ytterby , ville de Suède
Étain	Sn	50	118,69	du latin stannum , fer blanc
Europium	Eu	63	151,96	Europe
Fer	Fe	26	55,847	du latin ferrum , fer
Fermium	Fm	100	257,0951	Enrico Fermi
Fluor	F	9	18,9984	du latin fluere , couler
Francium	Fr	87	223,0197	France
Gadolinium	Gd	64	157,25	Gadolin , chimiste finlandais
Gallium	Ga	31	69,72	du latin Gallia , France ou gallus , un coq
Germanium	Ge	32	72,59	du latin Germania , Allemagne
Hafnium	Hf	72	178,49	du latin Hafnia , Copenhague
Hassium	Hs	108	265	du latin Hassias , État allemand
Hélium	He	2	4,0026	du grec helios , soleil
Holmium	Ho	67	164,930	du latin Holmia , Stockholm
Hydrogène	H	1	1,00797	du grec hydros , eau et genes , générateur
Indium	In	49	114,82	de la brillante ligne indigo de son spectre
Iode	I	53	126,9044	du grec iodes , violet
Iridium	Ir	77	192,2	du latin iris , arc-en-ciel
Krypton	Kr	36	83,80	du grec kryptos , caché
Lanthane	La	57	138,91	du grec lanthanein , caché
Lawrencium	Lw	103	260,1053	Lawrence , inventeur du cyclotron
Lithium	Li	3	6,939	du grec lithos , pierre
Lutécium	Lu	71	174,97	Lutetia , ancien nom de Paris
Magnésium	Mg	12	24,312	Magnésia , district de la Thessalie
Manganèse	Mn	25	54,9380	du latin magnes , aimant
Meitnérium	Mt	109	266,1378	Lise Meitner
Mendélévium	Md	101	258,1	Mendéléev , chimiste russe
Mercure	Hg	80	200,59	Hydrargyrium , argent liquide
Molybdène	Mo	42	95,94	du grec molybdos , plomb
Néodyme	Nd	60	144,24	du grec neos , nouveau et didymos , jumeau

Néon	Ne	10	20,183	du grec neos , nouveau
Neptunium	Np	93	(237)	de la planète Neptune
Nickel	Ni	28	58,71	du suédois kopparnickel , faux cuivre
Niobium	Nb	41	92,906	du grec Niobe , fille de Tantale
Nobélium	No	102	259,1009	Alfred Nobel , inventeur de la dynamite
Or	Au	79	196,967	du latin aurum , or
Osmium	Os	76	190,2	du grec osme , odeur
Oxygène	O	8	15,9994	du grec oxys , acide et genes générateur
Palladium	Pd	46	106,4	Pallas , astéroïde, découvert à la même époque
Phosphore	P	15	30,9738	du grec phosphorus , porteur de lumière
Platine	Pt	78	195,09	de l'espagnol platina , argent
Plomb	Pb	82	207,19	du latin plumbum , lourd
Plutonium	Pu	94	244,0642	de la planète Pluton
Polonium	Po	84	208,9824	Pologne , (Marie Curie)
Potassium	K	19	39,102	du latin kalium et de l'arabe kali , alcali
Praséodyme	Pr	59	140,907	du grec prasios , vert et didymos , jumeau
Prométhium	Pm	61	144,9127	du grec Prometheus , Prométhée
Protactinium	Pa	91	231,03588	du grec protos , premier et d' actinium , rayon
Radium	Ra	88	226,0254	du latin radius , rayon
Radon	Rn	86	222,0176	radium , émanation et argon
Rhénium	Re	75	186,2	du latin Rhenus , Rhin
Rhodium	Rh	45	102,905	du grec rhodon , rose, (sels roses)
Rubidium	Rb	37	85,47	du latin rubidius , rouge foncé
Ruthénium	Ru	44	101,07	du latin Ruthenia , Russie
Rutherfordium	Rf	104	261,11	Ernest Rutherford
Samarium	Sm	62	150,35	Samarski , ingénieur russe
Scandium	Sc	21	44,956	Scandinavie
Seaborgium	Sg	106	263,12	Glenn T. Seaborg
Sélénium	Se	34	78,96	du grec selene , lune
Silicium	Si	14	28,086	du latin silicis , silex
Sodium	Na	11	22,9898	du latin sodanum , remède contre les maux de tête
Soufre	S	16	32,064	du latin sulphurium , en sanskrit, sulvere
Strontium	Sr	38	87,62	de l'anglais Strontian , écosse, minerais strontionite

Tantale	Ta	73	180,948	Tantale, dans la mythologie grecque
Technétium	Tc	43	97,9072	du grec <i>technetos</i> , artificiel
Tellure	Te	52	127,60	du latin <i>tellus</i> , terre
Terbium	Tb	65	158,924	Ytterby, ville de Suède
Thallium	Tl	81	204,37	du grec <i>thallos</i> , petite branche bourgeonnante (spectre)
Thorium	Th	90	232,038	minerai de thorite; Thor, dieu de la guerre en Scandinavie
Thullium	Tm	69	168,934	Thulé, ancien nom de la Scandinavie
Titane	Ti	22	47,90	du latin <i>titans</i> , dieux géants
Tungstène	W	74	183,85	du suédois <i>tung stan</i> , pierre lourde et W, <i>wolfram</i> , minerai
Ununbium	Uub	112	(277)	un, un, deux
Ununium	Uuu	111	(272)	un, un, un
Uranium	U	92	238,03	de la planète Uranus
Vanadium	V	23	50,942	Vanadis, déesse scandinave de l'amour et de la beauté
Xénon	Xe	54	131,30	du grec <i>xenos</i> , étranger
Ytterbium	Yb	70	173,04	Ytterby, ville de Suède
Yttrium	Y	39	88,905	Ytterby, ville de Suède
Zinc	Zn	30	65,37	de l'allemand <i>zink</i> , d'origine obscure
Zirconium	Zr	40	91,22	de l'arabe <i>zargum</i> , couleur or

La base des masses molaires atomiques est le carbone 12. Les valeurs entre parenthèses représentent le nombre de masse de l'isotope le plus stable.

TABLE DES MATIERES

LA LATIERE	Cours	Exercices	Document	
UN MODELE DE DESCRIPTION DE L'ATOME	8	16	LE NOYAU ET SES CONSTITUANTS	20
L'ELEMENT CHIMIQUE	21	35	L'ORIGINE DES ELEMENTS CHIMIQUES	38
UN MODELE DU CORTEGE ELECTRONIQUE	39	46		
DES ATOMES AUX MOLECULES	49	59		
TABLEAU DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS	62	73	LA CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS	77
LES SOLUTIONS AQUEUSES ACIDES ET BASIQUES				
LE pH DES SOLUTIONS AQUEUSES	80	90	LE pH DANS NOTRE VIE QUOTIDIENNE	94
REACTIONS DES SOLUTIONS ACIDES ET BASIQUES	96	115	LES PLUIES ACIDES	118
CHIMIE ORGANIQUE : LES MATIERES PLASTIQUES				
GENERALITES SUR LES MATIERES PLASTIQUES	122	135	RECONNAISSANCE DE MATIERES PLASTIQUES THERMOPLASTIQUES	140
			LE PLASTIQUE MEILLEUR QUE LE VERRE	142
LES DECHETS PLASTIQUES	143	152	DE LA BOUTEILLE VIDE AU PULL-OVER	155
			LA PRODUCTION DE MATIERES PLASTIQUES BIODEGRADABLES	157