

LA FONCTION ACIDE – BASE ET SEL

I- Généralité :

Classes étroitement liées de composés chimiques qui, en se combinant, donnent naissance aux **sels**.

Il n'existe pas en chimie moderne de définition universellement acceptée pour **acide** et **base**, et les différentes théories donnent des définitions qui ne se recouvrent pas entièrement ; de plus, il est impossible d'établir une limite très nette entre les substances appartenant à une classe ou à l'autre.

La plus simple définition moderne, bien qu'incomplète, retient pour acides les substances qui se dissocient en solution aqueuse, libérant des **ions hydrogène (H⁺)**, et pour bases celles qui se dissocient en libérant des **ions oxhydrides**, ou **hydroxydes (OH⁻)**.

Cette définition se réfère directement à l'eau, qui se dissocie toujours faiblement en **ions hydrogène** et **ions hydroxydes** selon l'équation $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$.

La mesure de la dissociation de l'eau se est exprimée par une constante dite **produit ionique (K_e)** donnée par le produit des concentrations des deux ions.

Dans des conditions normales, pour l'eau à **23°C**, on a **K_e = 10⁻¹⁴ mol⁻¹** et, de la, en considérant l'eau comme élément de référence neutre, c'est-à-dire ni acide ni basique, on admet la concentration des deux types d'ions égale à **10⁻⁷ mol⁻¹**.

Pour des raisons historiques, l'intérêt s'est porté sur la concentration des ions hydrogène, exprimée par le **logarithme** de leur concentration en solution aqueuse (**pH**).

Puisqu'on a dans le cas de l'eau **pH = 7**, cette valeur a été choisie pour désigner la neutralité ; si la valeur est inférieure (**ions H⁺ en excès**) la substance est acide, si la valeur est supérieure (**ions H⁺ en défaut**) la substance est basique.

II- Les Acides :

1- Acide chlorhydrique :

a- Propriétés physiques :

Composé binaire du **chlore** avec l'**hydrogène**, de formule **HCl**. C'est un gaz incolore, d'odeur irritante, liquéfiable à $-83,7^{\circ}\text{C}$.

b- Propriétés chimiques :

L'acide chlorhydrique est un liquide incolore à l'état pur, mais dans le commerce, les acides chlorhydriques sont colorés en jaune.

En solution aqueuse aux **35-38%** de son poids, il est vendu dans le commerce sous le nom d'**acide mariatique**. Dans la nature, on le trouve dans les émanations volcaniques et dans le suc gastrique (le suc gastrique humain en contient jusqu'à **0,5%**).

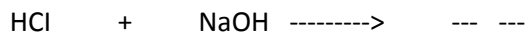
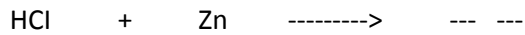
L'acide chlorhydrique agit sur les indicateurs colorés, attaque certains métaux comme le fer, zinc, aluminium, magnésium.

c- Utilisation :

L'acide chlorhydrique est utilisé dans la production d'une vaste gamme de composés organiques, comme **réactif en chimie analytique**, comme **catalyseur en chimie organique**, dans la production de **chlorures métalliques**, de **gommes (chloroprènes)**, dans le polissage des métaux ou dans la fabrication de matières plastiques (**P.V.C.**).

EXERCICES :

a- Complète puis équilibre s'il y a lieu les équations suivantes :



b- On veut obtenir 5 litres d'hydrogène mesurés dans les conditions normales en attaquant le zinc, le fer et l'aluminium par une solution d'acide chlorhydrique.

Détermine la masse de chacun de ces métaux qu'il faut utiliser.

$M(\text{Zn}) = 65 \text{ g/mol}$; $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$; $M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$; $V_0 = 22,4 \text{ l/mol}$.

2- Acide sulfurique :

a- Propriétés physiques :

Composé chimique de formule **H_2SO_4** , correspondant au degré d'oxydation **+6** du **soufre**. Il existe à l'état libre ou sous forme de **sels** ou d'**éthers**. C'est un **liquide sirupeux**, p. C. **10°C** , p. éb. **317°C** , dens. **$1,85 \text{ g/cm}^3$** .

L'acide sulfurique est un liquide incolore et visqueux ; plus lourd que l'eau, il est aussi très volatil.

b- Propriétés chimiques :

En solution, il se dissocie en libérant **deux ions hydrogène (H^+)** ; cette **dissociation** est pratiquement complète dans le **premier stade** (production de **H^+** et de **HSO_4^-**) et elle est très poussée aussi dans la

deuxième phase (production de H^+ et de SO_4^{2-}) / C'est donc un acide très fort. Ses sels sont les **sulfates**.

L'acide sulfurique réagit sur les indicateurs colorés comme le fait l'acide chlorhydrique, conduit le courant électrique ; c'est un **électrolyte**.

c- Utilisation :

L'acide sulfurique est le produit le plus important de l'industrie chimique : il est nécessaire, directement ou indirectement, à la fabrication d'une bonne partie d'autres produits chimiques.

Environ les **deux tiers** de la quantité produite sont utilisés pour la fabrication d'**engrais** (principalement du **sulfate d'ammonium** à partir de l'**ammoniac synthétique**, et d'**engrais phosphatiques** variés provenant de phosphorite naturelle) et de **sulfate de cuivre** à usage agricole ; le reste est employé principalement dans le **raffinage** des **pétroles** par **désulfuration**, dans la **nitration** des produits organiques (d'où des produits intermédiaires, des **explosifs**) dans la fabrication d'autres acides et de sulfates.

L'acide sulfurique est commercialisé sous forme de d'acide concentré à **66° Bé**, dit encore **monohydrate** (car, correspondant presque à **100%** de H_2SO_4 , il provient de la combinaison d'une molécule d'**anhydride sulfurique** SO_3 , avec une molécule d'**eau**), ou encore sous forme d'acides plus dilués, à savoir **52° Bé** (correspondant en poids à environ **65%** de H_2SO_4), appelé **acide des chambres**, et à **60° Bé** (environ **80%** en poids) appelé **acide du Glower**.

Il existe ensuite les **oléums**, ou **acide sulfurique fumant**, à savoir des solutions d'anhydride sulfurique dans l'acide sulfurique.

L'acide sulfurique concentré et l'oléum peuvent être conservés et transportés dans des récipients en **acier** courant ; l'acide dilué demande des récipients dont l'intérieur est tapissé de **plomb**, de **matières plastiques** convenablement choisies ou de **matériaux céramiques**.

3- Fonction acide :

L'étude des acides chlorhydrique et sulfurique nous a permis de constater qu'ils présentent en commune un ensemble de propriétés qui se traduit par une série de réactions chimiques de même type : c'est la **fonction acide**.

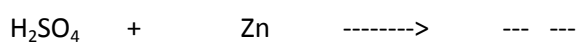
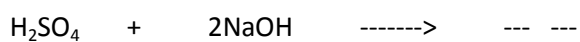
La fonction acide se caractérise par un certain nombre de propriétés générales :

- La solution acide a une saveur aigrelette.
- Les acides agissent sur les indicateurs colorés.
- En solution aqueuse, les acides deviennent des électrolytes.

- Acide + Base -----> Sel + Eau.
- Les acides attaquent les métaux en dégageant de l'hydrogène.

EXERCICES :

1- Complète et équilibre s'il y a lieu les équations suivantes :



2-

a- Ecris l'équation de la réaction de l'acide sulfurique étendu et froid sur le zinc.

b- Donne le volume d'hydrogène obtenu par l'attaque de 6,5 g de zinc.

$M(\text{Zn}) = 65 \text{ g/mol}$; $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$; $V_0 = 22,4 \text{ l/mol}$.

III- Les Bases - Sels :

1- Généralité :

Bases, corps composé qui neutralise un acide en libérant un sel et de l'eau et dont la molécule contient un ou plusieurs radicaux oxydryles **OH**.

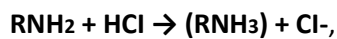
Sels, composés chimiques, dérivant d'une **réaction** entre **acides** et **bases, minéraux** ou **organiques**.

Les sels minéraux sont en général solides à la température ordinaire et sont les constituants principaux de la croûte terrestre.

Si l'on désigne par **AH** un acide donné, par **BOH** une base donnée, la réaction la plus simple (dite **neutralisation**) pour obtenir un sel est la suivante : $\text{AH} + \text{BOH} \rightarrow \text{AB} + \text{H}_2\text{O}$, où **AB** est le sel.

Dans un sens plus général, les sels se forment par action d'une substance basique qui peut mettre en commun une paire d'**électrons** avec une **substance acide** qui possède une **lacune électronique**.

C'est ce qui se passe, par exemple : dans la formation de sels organiques à partir d'une **amine (RNH₂)** et d'**acide chlorhydrique (HCl)** :



où l'**azote** de l'amine a une paire d'électrons qu'elle peut fournir, faisant **fonction** de base, à l'**hydrogène** de l'acide chlorhydrique qui, sous forme de **proton H⁺**, renferme une lacune électronique.

u

Pratiquement, tous les sels mis en **solution aqueuse** se dissocient en un ou plusieurs **cations (B⁺)**, dans le cas d'un **sel AB**) et en un ou plusieurs **anions (A⁻)** ; les uns et les autres sont responsables de la **conductibilité électronique** de l'eau.

L'acide ou la **basicité** donnée à l'eau par **dissolution** d'un sel, est précisément due aux réactions d'**hydrolyse** différentes de ces **ions**.

Dans le cas où les sels dérivent d'acides ou de bases forts, les **ions B⁺** et **A⁻** ne subissent aucune hydrolyse et le **sel AB** ne modifie pas le **pH** initial de l'eau (**pH = 7** à **25°C**).

C'est ce qui se passe avec le sel de cuisine usuel ou **chlorure de sodium (NaCl)**.

2- Classification :

Suivant leur action sur l'eau, les sels se divisent en **sels à réaction acide**, **sels à réaction basique**, **sels à réaction neutre**.

Cette **classification** ne doit pas être confondue avec celle qui les classe en **sels neutres**, **acides** et **basiques**.

- **Les sels neutres** sont ceux dans lesquels tous les **atomes** d'hydrogène de l'acide ont été

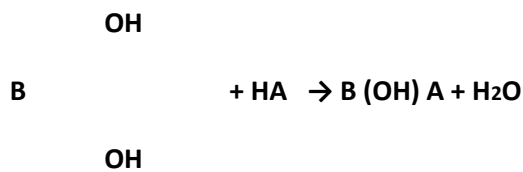
Remplacés par des **cations métalliques** : par exemple, l'**acide sulfurique H₂SO₄** a **deux atomes** d'hydrogène susceptibles d'être remplacés. Le sel neutre est celui qui correspond à la formule **Me₂SO₄** (**Me** est un métal donné **monovalent**).

- **Le sel acide** (toujours en se référant à l'acide sulfurique) est celui dans lequel il reste encore

un atome d'hydrogène à remplacer, et qui peut donc être représenté par la formule MeHSO_4 . Pour les acides contenant plus de deux atomes d'hydrogène (par exemple, l'acide phosphorique H_3PO_4), on a deux types de sels suivant qu'il reste encore un ou deux atomes d'hydrogène à remplacer.

- Les sels basiques enfin sont ceux dont la molécule contient un ou plusieurs groupes

Oxyhydrile (OH), c'est-à-dire ceux qui dérivent formellement de bases du type B (OH)_2 ou B (OH)_3 , ou un des groupes **OH** ont été neutralisés par un acide :



où B(OH)A est un sel basique. Les sels qui contiennent des cations de métaux différents liés au même anion sont appelés **sels doubles**.

- a- **Hydroxyde de sodium :**

- **Propriétés physiques :**

Élément chimique (Na), n. at. 11, p. at. 22,9898, p. f. $97,8^\circ\text{C}$, p. éb. 892°C , dens. 0,97g/cm³, réseau cristallin cubique centré.

C'est un des éléments les plus courants : il appartient à la famille des **éléments alcalins** dont il est, avec le **potassium**, le plus abondant dans la **nature**. Il est qualifié de caustique, d'où le nom de soude caustique.

- **Propriétés chimiques :**

De couleur **blanc argent**, **mou**, il s'oxyde rapidement dans l'**air** en présence de **vapeur d'eau** ; on le conserve dans du **pétrole**, car il peut décomposer l'eau avec violence en libérant de l'**hydrogène** ; il brûle l'air avec une **lumière** jaune intense.

Ses **sels** sont très répandus dans la **croûte terrestre** ; parmi ses composés, le plus typique est le **chlorure de sodium (NaCl)** présent dans l'eau de mer et constituant le **sel gemme**.

La soude est un électrolyte, c'est-à-dire qui laisse passer le courant électrique.

- **Extraction :**

La préparation de l'élément sodium est fondée sur l'**électrolyse** du chlorure de sodium fondu : le chlorure se dirige vers l'**anode de graphite** et le sodium est recueilli à la **cathode** en fer.

A l'état d'élément, le sodium, en raison de son pouvoir réducteur énergétique, est employé dans de nombreuses réactions de réduction ; il est également utilisé comme réducteur sous forme d'**amalgame** ; à l'état fondu, il sert de liquide échangeur de chaleur pour les réacteurs nucléaires, et est utilisé dans la préparation de nombreux composés.

La **détermination qualitative** du sodium est facile puisque tous ses composés, spécialement le **chlorure**, donnent à la **flamme du bec Bunsen** une intense coloration jaune.

Au contraire, la **détermination qualitative** du sodium est très difficile : elle peut se faire par voie **gravimétrique** comme chlorure ou **sulfate de sodium**, ou encore comme **acétate d'uranyle**, de **zinc** et de **sodium**, si le potassium est aussi présent.

Actuellement, il existe des **électrodes** spécifiques qui permettent un **titrage potentiométrique** direct.

b- Hydroxyde de calcium :

- **Propriétés physiques :**

Elément chimique (Ca), n.at.20, p.at. 40,08, p. 810°C, p.éb. 1170 °C, dens. 1,55 g/cm³.

C'est un métal blanc argenté à structure réticulo-cristalline cubique à faces centrées ; il est très répandu à la surface de la terre sous forme de minéraux, et surtout de **calcaires** : il en constitue les **3,45%**.

L'hydroxyde de calcium ou **chaux éteinte** donne avec l'eau le lait de chaux et l'eau de chaux.

- Propriétés chimiques :

Le métal peut être obtenu par électrolyse du **chlorure** fondu ; à l'état élémentaire, il est principalement utilisé dans divers alliages et comme **désoxydant**. Appartenant à la famille des éléments **alcalinoterreux**, le calcium a un comportement métallique typique : il décompose l'eau en libérant de l'**hydrogène** et est facilement oxydable.

Dans ses composés, il présente exclusivement le degré d'oxydation **+2** : l'**oxyde de calcium CaO**, constitue la chaux vive ; le **carbonate de calcium CaCO₃** est un constituant des **marbres**, des **concrétions calcaires**, de la **Pierre à chaux**, mais on peut aussi l'obtenir artificiellement et il est utilisé dans divers industries (**pigments, papier**) ; le sulfate de **calcium CaSO₄** dans sa forme **bihydrate** constitue le **gypse**.

Le calcium peut également former des complexes chimiques : avec l'acide **éthylènediamine-tétracétique**, par exemple, il donne des **complexes chélateurs** appelés **sequestrènes**, utilisés comme engrais et pour adoucir l'eau.

Le calcium contenu dans les **eaux de source** et les **eaux marines**, dans tous les **organismes animaux** et **végétaux**, dans les **os**, dans les **dents**, etc. est un élément essentiel de la **vie**.

3- La fonction Base :

L'étude de la soude (**NaOH**) et de la chaux éteinte (**Ca(OH)₂**) montre que ces corps renferment dans leur formule un groupement **oxyhydrile OH** uni à un métal.

L'ensemble des propriétés communes aux bases caractérise une même fonction chimique : c'est la fonction base.

Les bases présentent les propriétés générales :

- Ils réagissent sur les indicateurs colorés.
- Ils conduisent le courant électrique.
- Ils neutralisent un acide en donnant un sel et de l'eau
Acide + Base -----> Sel + Eau.
- Ils réagissent sur certains métaux avec un dégagement d'hydrogène.

EXERCICE :

On fait agir 40 g de soude pure sur 40 g d'acide chlorhydrique pur.

- a- Donne le nom du produit formé en plus de l'eau.
- b- Trouve le réactif en excès.
- c- Calcule la masse de cet excès.

4- Fonction sel :

Les acides réagissent vivement sur les bases pour donner un sel et de l'eau.

On peut définir un sel comme un corps composé qui résulte de la neutralisation d'un acide par une base ou inversement.

Acide + Base -----> Sel + Eau. Cette réaction de neutralisation s'appelle **salification**.

HCl + NaOH -----> NaCl + H₂O + Q (chaleur).

La plupart des sels sont solubles dans l'eau. Certains y sont peu solubles, d'autres insolubles. Fondus ou en solution aqueuse, les sels sont des électrolytes. Un acide décompose un sel pour donner un nouveau sel et un nouvel acide.

EXERCICE :

On fait agir de l'acide sulfurique sur 15 g d'hydroxyde de sodium.

- a- Ecris l'équation de la réaction et nomme le sel formé.
- b- Détermine la quantité d'acide utilisée.

$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$; $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$.