

## Exercice N°1 :

- 1°) Quelle réaction se produit lorsqu'on dissout du chlorure d'hydrogène HCl gazeux dans de l'eau? Ecrire l'équation bilan correspondante.
- 2°) Un volume  $V = 250,0$  mL de solution d'acide chlorhydrique est obtenu en dissolvant  $V_0 = 500$  mL de chlorure d'hydrogène gazeux dans de l'eau distillée. Déterminer la composition finale du système en concentrations.
- 3°) Quelle est la conductivité  $\sigma$  de la solution?

**Données:**  $V_m$  (gaz) =  $24,0$  L.mol<sup>-1</sup> ;  $\lambda$  (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) =  $35,0$  mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup> ;  $\lambda$  (Cl<sup>-</sup>) =  $7,6$  mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup>  
 $M$ (HCl) =  $36,5$  g/mol.

## Exercice N°2 :

L'Alka-Seltzer® est un médicament analgésique et antipyrétique préconisé lors des maux de tête avec inconfort gastrique. Un comprimé effervescent d'Alka-Seltzer® contient une masse  $m_1 = 324$  mg d'acide acétylsalicylique ou aspirine de formule brute C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>, une masse  $m_2 = 965$  mg d'acide citrique de formule brute C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> et une masse  $m_3 = 1625$  mg d'hydrogénocarbonate de sodium NaHCO<sub>3</sub>. Lors de la dissolution d'un comprimé dans l'eau, on observe une effervescence due à un dégagement de dioxyde de carbone.

1°) Ecrire l'équation de dissolution de l'hydrogénocarbonate de sodium dans l'eau. En déduire la quantité initiale d'ions hydrogénocarbonate.

2°) Calculer les quantités de matière initiale en aspirine et en acide citrique.

3°) Le dégagement de dioxyde de carbone est dû aux réactions entre l'ion hydrogénocarbonate et les acides présents dans le comprimé.

a) Ecrire l'équation de la réaction entre l'ion HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et l'aspirine noté HA. Il se forme également de l'eau et des ions acétylsalicylate A<sup>-</sup>.

b) A l'aide d'un tableau d'évolution, déterminer l'avancement maximal, le réactif limitant et la composition en quantité de matière du système à la fin de cette réaction.

4°) L'ion hydrogénocarbonate restant à la fin de la réaction précédente réagit avec l'acide citrique noté H<sub>3</sub>A'. Le dégagement de dioxyde de carbone s'accompagne de la formation d'eau et d'ions citrate notés A'<sup>3-</sup>.

a) Ecrire l'équation de cette réaction.

b) A l'aide d'un tableau d'évolution, déterminer l'avancement maximal, le réactif limitant et la composition en quantité de matière du système dans l'état final. Important: la quantité de matière en dioxyde de carbone initiale n'est pas nulle. Elle est égale à la quantité dégagée lors de la réaction avec l'aspirine.

5°) Pour vérifier la quantité de CO<sub>2</sub> dégagée, on place un comprimé dans un ballon avec 40 mL d'eau. Le ballon est fermé par un bouchon relié à un capteur de pression. La pression indiquée par le manomètre augmente de 367 hPa. Lors de cette expérience, le volume occupé par le mélange gazeux vaut 1,1 L et sa température est 20°C.

a) Ecrire (en la justifiant) la relation liant l'augmentation de pression  $\Delta p$  dans le ballon à la variation de quantité de matière  $\Delta n$  de gaz lors de la réaction.

b) En déduire la quantité de dioxyde de carbone formé et la comparer à la valeur obtenue à la question 4°) b).

## Données :

Espèce	Hydrogénocarbonate de sodium NaHCO <sub>3</sub>	Acide citrique C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	Acide acétylsalicylique C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>
Masse molaire (g/mol)	84	192	180

## Formulaire :

$n = m/M$  ;

Loi des gaz parfaits :  $p.V = n.R.T$  avec  $R = 8,314$  J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>

### Exercice N°3 : Traitement de l'eau d'une piscine (d'après Bac 2005)

Depuis plusieurs décennies, l'acide chlorhydrique et l'hypochlorite de sodium sont utilisés dans les piscines. L'acide chlorhydrique régule l'acidité ou le pH, tandis que l'hypochlorite désinfecte à merveille. Tous deux constituent des garanties pour notre santé. Non seulement l'eau de la piscine est désinfectée mais, en plus, l'hygiène et la propreté des conduites et des filtres sont maintenues sur l'ensemble de son parcours.

L'hypochlorite de sodium est le désinfectant le plus utilisé. Les grandes piscines le stockent en vrac dans de grandes citernes, les plus petites dans des fûts.

Exceptionnellement, on rencontre une installation qui prépare ce produit sur place. Cela s'effectue par électrolyse de la saumure (solution aqueuse de chlorure de sodium), dont résulte du chlore gazeux. Après mélange avec de l'hydroxyde de sodium en solution, on obtient de l'hypochlorite de sodium.

#### I\_ Electrolyse d'une solution aqueuse de chlorure de sodium au laboratoire

Pour déterminer les produits de l'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium, on réalise l'expérience suivante au laboratoire (voir schéma simplifié ci-contre).

Un tube en U contient une solution de chlorure de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ).

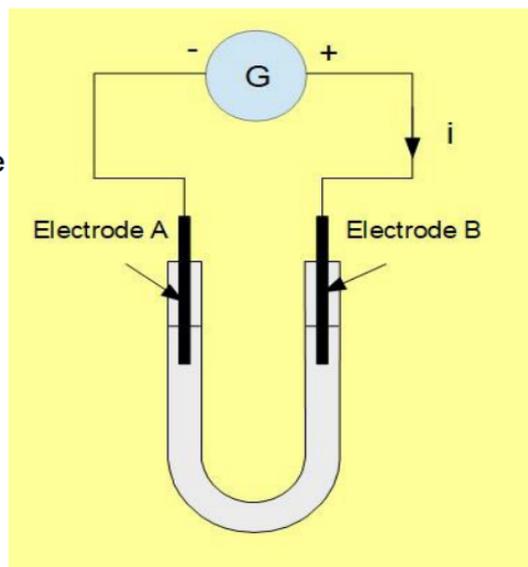
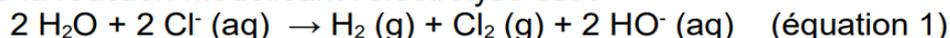
Deux électrodes A et B sont reliées chacune à l'une des bornes (positive ou négative) d'un générateur de tension continue G.

Après plusieurs minutes de fonctionnement, on effectue des tests d'identification des produits formés.

À l'électrode A, il s'est formé un dégagement de dichlore.

À l'autre électrode, il s'est formé un dégagement de dihydrogène et il est apparu des ions hydroxyde  $\text{HO}^-$ .

L'équation de la réaction modélisant l'électrolyse est :



#### Données :

Couples oxydant/réducteur :

$\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2 (\text{g})$  ;  $\text{Cl}_2 (\text{g})/\text{Cl}^- (\text{aq})$  ;  $\text{O}_2 (\text{g})/\text{H}_2\text{O}$  ;  $\text{ClO}^- (\text{aq})/\text{Cl}_2 (\text{g})$

1°) À partir des indications de l'énoncé, identifier les deux couples oxydant/réducteur mis en jeu dans l'équation 1 modélisant l'électrolyse.

2°) En déduire l'espèce chimique oxydée.

3°) Identifier l'électrode (A ou B) à laquelle se produit l'oxydation. Quel gaz se dégage à

cette électrode ?

#### II\_ Etude d'un électrolyseur pour piscine

Dans certaines piscines, on ajoute à l'eau du chlorure de sodium. Après pompage, l'eau est traitée par électrolyse.

L'électrolyseur peut être représenté par une cellule comprenant deux électrodes et un coffret d'alimentation électrique délivrant une tension d'environ 10 V.

#### Données :

Intensité du courant  $i = 20 \text{ A}$ .

Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,03 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Relation entre quantité d'électricité Q débitée pendant la durée  $\Delta t$  et l'intensité i du courant :  $i = Q/\Delta t$ .

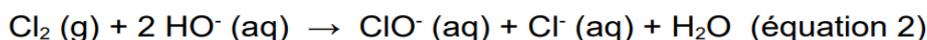
<https://www.rafmaths.com>

4°) Dans ce dispositif, l'électrolyse de la solution de chlorure de sodium est modélisée par l'équation 1 précédente.

a) Compléter le tableau d'avancement ci-dessous.

b) En déduire la relation entre la quantité d'électrons échangés  $n(e^-)$  et la quantité  $n_1(Cl_2)$  de dichlore formé par la réaction 1.

5°) Dans cet électrolyseur, les ions hydroxyde et le dichlore formé sont consommés lors d'une nouvelle transformation chimique supposée rapide et totale dont l'équation est la suivante :



Etablir la relation entre la quantité  $n(ClO^-)$  d'ions hypochlorite formés et la quantité  $n_2 (Cl_2)$  de dichlore consommé dans la réaction d'équation 2.

6°) La transformation associée à l'équation 2 étant supposée totale et rapide, en déduire la relation entre  $n(e^-)$  et  $n(ClO^-)$ .

7°) En déduire et calculer la quantité de matière maximale d'ions hypochlorite que peut fournir cet appareil, en une heure de fonctionnement.

	Avancement	$2 H_2O + 2 Cl^- (aq) \rightarrow H_2 (g) + Cl_2 (g) + 2 HO^- (aq)$					$n(e^-)$ mol
Etat initial	0	excès	$n_i(Cl^-)$	0	0	0	0
Etat intermédiaire	x	excès					
Etat final	$x_f$	excès					

#### Exercice N°4 : La vitamine C (D'après Bac 2012)

Depuis sa découverte, la vitamine C est considérée comme une panacée universelle par certain partisans enthousiastes. L'acide ascorbique ou vitamine C intervient dans de grandes fonctions de l'organisme : défense contre les infections virales et bactériennes, protection de la paroi des vaisseaux sanguins, assimilation du fer, action antioxydante, cicatrisation. L. Pauling, prix Nobel de chimie, lui attribuait des fonctions anticancéreuses.

Sur l'emballage, on lit la composition en substances actives d'un comprimé de « Vitamine C UPSA® » :

Acide ascorbique : 250 mg  
 Ascorbate de sodium : 285 mg  
 Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg pour un comprimé à croquer.

Il s'agit dans cette partie de déterminer, au moyen d'un dosage conductimétrique, la masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé puis de vérifier l'indication « Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg pour un comprimé à croquer ». L'acide ascorbique de formule brute  $C_6H_8O_6$  sera noté HA. Sa base conjuguée, l'ion ascorbate, sera noté  $A^-$ .

#### Mode opératoire :

On écrase un comprimé. La poudre obtenue est dissoute dans de l'eau distillée afin d'obtenir un volume de 200,0 mL de solution  $S_A$ .

On prélève un volume  $V_A = 100,0$  mL de la solution  $S_A$  que l'on dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $Na^+ + HO^-$ ) de concentration molaire en soluté apporté  $c_B = 8,0 \cdot 10^{-2}$  mol/L.

La courbe expérimentale représentant la conductivité de la solution en fonction du volume  $V_B$  de solution titrante versée est donnée en fin d'exercice.

Données :

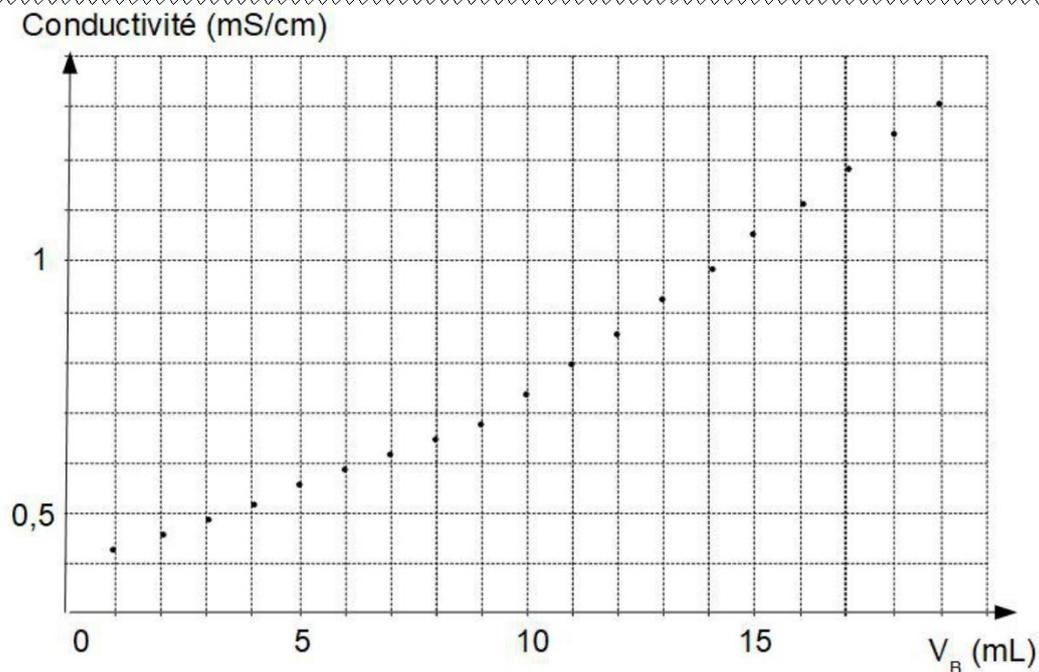
<https://www.rafmaths.com>

Masses molaires moléculaires :

$M(\text{acide ascorbique}) = 176$  g/mol ;  $M(\text{ascorbate de sodium}) = 198$  g/mol.

Conductivités molaires ioniques à 25°C :

$\lambda(Na^+) = 5,01$  mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup> ;  $\lambda(HO^-) = 19,9$  mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup> ;  $\lambda(A^-) = 3,42$  mS.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup>.



1°) Réaction du dosage

a) Ecrire l'équation de la réaction de dosage de l'acide ascorbique, noté HA, par la solution d'hydroxyde de sodium.

b) Rappeler deux caractéristiques d'une réaction chimique pour qu'elle serve de support à un dosage.

2°) Réaction de dosage

a) Définir l'équivalence du dosage

b) Déterminer graphiquement le volume  $V_E$  de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence à l'aide du graphe.

c) Calculer la valeur de la concentration molaire en soluté apporté  $c_A$  en acide ascorbique de la solution  $S_A$ .

d) En déduire la masse  $m_A$  d'acide ascorbique contenue dans le comprimé. Comparer cette valeur à l'indication du fabricant.

3°) Explication de l'allure de la courbe.

Interpréter l'évolution de la conductivité du mélange avant l'équivalence.

4°) On souhaite expliquer pourquoi il est écrit sur l'emballage « Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg ».

a) Préalablement, calculer la quantité de matière d'ascorbate de sodium contenue dans le comprimé.

b) Dans l'estomac, le pH est environ égal à 1,5. Les ions ascorbate, ingérés lors de la prise du comprimé, se transforment alors en acide ascorbique. Ecrire l'équation bilan de cette transformation.

c) Justifier l'indication de l'étiquette « Quantité correspondante en acide ascorbique : 500 mg ».