

**EXERCICE RÉSOLU 2**

**Analyser une étiquette**

**Énoncé**

Un fournisseur de produit chimique délivre le certificat ci-contre attestant les qualités d'une solution d'hydroxyde de sodium.

Le symbole « M/V » représente le rapport  $\frac{\text{masse de NaOH}}{\text{volume de la solution}}$  exprimé en  $\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Données**

Couples acido-basiques  $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}) / \text{HCO}_3^-$  et  $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$ .

**Sodium hydroxyde 40 %  
(env. 10 N) en solution aqueuse**



**Formule moléculaire**  
NaOH  
MW M.M 40 g/mol  
Density : 1,327 g/cm<sup>3</sup> (25 °C)

**Spécification**

Titre (M/V)	38,6 à 41,7 %
Aspect	Liquide limpide incolore
Identification (Na)	Conforme
CO3 (en Na2CO3)	Max. 0,2 %
N total (Azote)	Max. 10 ppm

Étiquette d'une solution d'hydroxyde de sodium.

1. Que signifie le pictogramme de sécurité ?
2. Sur l'étiquette, on lit : « M.M. 40 g/mol ». En analysant l'unité, donner la signification du sigle M.M.
3. L'hydroxyde de sodium est un solide ionique totalement dissous en solution aqueuse.
  - a. Écrire l'équation de la dissolution de l'hydroxyde de sodium.
  - b. Calculer l'intervalle de concentration molaire en ions  $\text{HO}^-$  garanti par le fabricant.
  - c. Écrire la concentration en ion hydroxyde sous la forme  $[\text{HO}^-] = \dots \pm \dots$
4. À partir de cette solution commerciale, on souhaite obtenir une solution S dont le pH est voisin de 12.
  - a. Quelle doit être la concentration molaire en ions hydroxyde de la solution S ?
  - b. Quel doit être le facteur de dilution de la solution commerciale pour obtenir la solution S ?
5. L'étiquette indique la présence de traces d'ions carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$ . Lorsqu'une solution d'hydroxyde de sodium est laissée en contact avec l'air, la quantité de cette impureté augmente. Proposer une explication à l'aide d'une ou de plusieurs équations de réaction.

**Une solution**

1. Ce pictogramme signifie que la solution est corrosive.
2. L'unité est celle d'une masse molaire ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), M.M. représente donc la masse molaire de l'hydroxyde de sodium.
3. a. La dissolution de  $\text{NaOH(s)}$  dans l'eau s'écrit :  $\text{NaOH(s)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ .  
b. La concentration molaire  $[\text{HO}^-]$  est la quantité d'ions  $\text{HO}^-$  présente dans 1 litre de solution. Elle est égale à la quantité  $n$  de  $\text{NaOH(s)}$  introduite dans 1 litre de solution. À partir des données, on peut déterminer la masse de  $\text{NaOH(s)}$  par litre de solution,

notée  $\frac{M}{V}$ . On en déduit  $n = \frac{\frac{M}{V}}{M_{\text{NaOH}}}$  où  $M_{\text{NaOH}}$  est la masse molaire de l'hydroxyde

de sodium. D'où  $[\text{HO}^-] = \frac{\frac{M}{V}}{M_{\text{NaOH}}}$ .

Pour  $\frac{M}{V} = 38,6\% = 0,386 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1} = 386 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $[\text{HO}^-]_{\text{min}} = \frac{386}{40} = 9,65 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Pour  $\frac{M}{V} = 41,7\% = 417 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $[\text{HO}^-]_{\text{max}} = \frac{417}{40} = 10,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Donc  $[\text{HO}^-] \in [9,65 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} ; 10,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ .

c. La valeur de  $[\text{HO}^-]$  est donnée par le milieu de l'intervalle  $[9,65 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} ; 10,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}]$

soit  $10,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  et l'incertitude  $\Delta[\text{HO}^-]$  est égale à :  $\frac{[\text{HO}^-]_{\text{max}} - [\text{HO}^-]_{\text{min}}}{2} = 0,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

D'où  $[\text{HO}^-] = 10,0 \pm 0,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Raisonner**

Les ions  $\text{HO}^-$  proviennent de la dissolution de  $\text{NaOH(s)}$ .

**Application numérique**

$38,6\% = 0,386$ .

$\frac{M}{V}$  est donné en  $\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$

et  $M_{\text{NaOH}}$  en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,

il faut penser à la conversion d'unité.

**Connaissances**

pH et concentration en ions hydroxyde sont reliés par les relations du cours :  
 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$   
 et  $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-]$ .

4. a. La valeur du pH permet de déterminer la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$ .

Or,  $[\text{HO}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ , donc  $[\text{HO}^-] = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}}$ .

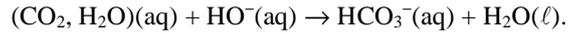
A.N. :  $[\text{HO}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Raisonner**

Les données montrent que le dioxyde de carbone, présent dans l'air, a des propriétés acides en solution ; il peut réagir avec la base  $\text{HO}^-$ .  
 $\text{HCO}_3^-$  est une espèce amphotère : base d'un couple et acide d'un autre.

b. La solution mère a une concentration d'environ  $10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , on doit donc la diluer 1 000 fois pour obtenir une solution dont le pH est voisin de 12.

5. L'air contient du dioxyde de carbone, qui est un acide en solution aqueuse. Dissous dans une solution contenant des ions hydroxyde, il peut réagir selon la réaction d'équation :



Les ions  $\text{HCO}_3^-$  formés sont également acides et peuvent réagir avec les ions  $\text{HO}^-$  de la solution pour former les ions  $\text{CO}_3^{2-}$  selon la réaction d'équation suivante :

