

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/cm³ (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 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 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 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 HO^- présente dans 1 litre de solution. Elle est égale à la quantité n de NaOH(s) introduite dans 1 litre de solution. À partir des données, on peut déterminer la masse de NaOH(s) par litre de solution,

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

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

Raisonner

Les ions HO^- proviennent de la dissolution de NaOH(s) .

Application numérique

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

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

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

il faut penser à la conversion d'unité.

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

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

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

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 $[\text{HO}^-] = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}}$.

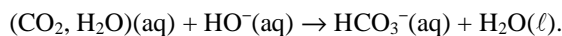
A.N. : $[\text{HO}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Raisonnement

Les données montrent que le dioxyde de carbone, présent dans l'air, a des propriétés acides en solution ; il peut réagir avec la base HO^- .
 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 HCO_3^- formés sont également acides et peuvent réagir avec les ions HO^- de la solution pour former les ions CO_3^{2-} selon la réaction d'équation suivante :

