

Leçon 19. Les solutions tampons



I. Signification et propriétés des solutions tampons

Activité : Variation du pH de quelques solutions

Essai 1

- 1) Prendre 4 tubes à essai, mettre dans les deux premiers tubes 4 cm³ de l'eau distillée, dans le tube n°3 et n°4, les mélanges des solutions de 2 cm³ de CH₃COOH à 0,3 mol/dm³ et 2 cm³ de CH₃COONa.
- 2) Ajouter 2-3 gouttes de la solution d'indicateur universel dans tous les tubes, observer la couleur de la solution de chaque tube.
- 3) Ajouter 1 goutte de la solution de NaOH à 0,1 mol/dm³ dans le premier tube.
- 4) Ajouter 1 goutte de la solution de HCl à 0,1 mol/dm³ dans le deuxième tube.
- 5) Ajouter 1 goutte de la solution de NaOH à 0,1 mol/dm³ dans le troisième tube, observer la comparaison de la couleur avec la solution de l'étape 3), noter le résultat et continuer à goûter jusqu'il y a la variation de la couleur dans la solution, noter le résultat.
- 6) Ajouter 1 goutte de la solution de HCl à 0,1 mol/dm³ dans le quatrième tube, observer la comparaison de la couleur avec la solution de l'étape 4), noter le résultat et continuer à goûter jusqu'à l'obtention du nombre de gouttes égale à l'étape 5), noter le résultat.
- 7) Prendre 8 cm³ de l'eau de coco fraîche, ajouter 2 gouttes de l'indicateur universel et diviser en 2 parties, ajouter 1 goutte de la solution de NaOH à 0,1 mol/dm³ dans la première partie, observer la couleur de la solution en comparant avec la solution de l'étape 3), noter le résultat et continuer à goûter jusqu'il y a la variation de la couleur dans la solution, noter le résultat. Ajouter 1 goutte de la solution de HCl à 0,1 mol/dm³ dans la deuxième partie, observer la couleur de la solution en comparant avec la solution de l'étape 4), noter le résultat et continuer à goûter jusqu'il y a la variation de la couleur dans la solution, noter le résultat.

Essai 1

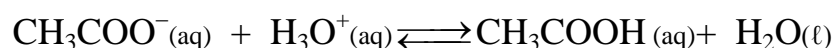
Utiliser le méthyl orange en remplaçant de l'indicateur universel (méthode d'expérience est de même que le premier essai).

- Quand on ajoute la solution de NaOH ou HCl dans les trois échantillons, est-ce qu'il y a la variation du pH ? Comment peut-on savoir ?
- Quelle est la propriété du mélange des solutions d'acide acétique et d'acétate de sodium ?

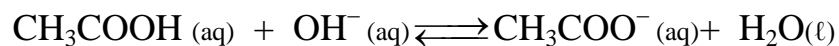
- Pourquoi utilise-t-on les deux types d'indicateur coloré ?
- L'eau de coco fraîche peut-elle bien contrôler la variation du pH en comparant avec l'eau distillée et le mélange des solutions d'acide acétique et d'acétate de sodium.

L'acide acétique est un électrolyte faible, la dissociation est très peu, la solution possède donc une grande quantité d'acide et une petite quantité de CH_3COO^- et H_3O^+ . Tandis que l'acétate de sodium est un électrolyte fort et se dissocie bien, la solution possède donc une grande quantité de Na^+ et CH_3COO^- .

Quand on y ajoute un peu de la solution de HCl , H_3O^+ de l'acide réagit avec CH_3COO^- selon l'équation :



Mais si on y ajoute un peu de la solution de NaOH , OH^- de la base réagira avec CH_3COOH selon l'équation :



Les concentrations de CH_3COO^- et CH_3COOH dans la solution sont très peu variées en comparant avec les concentrations initiales. Le rapport entre les concentrations de CH_3COO^- et CH_3COOH a une valeur presque constante, ce qui entraîne à la concentration de H_3O^+ presque constante ou on peut dire que pH de la solution varie très peu qu'on pourrait caractériser par la valeur constante. Les solutions qui ont la propriété de maintenir un pH constant, malgré l'adjonction de petites quantités d'acide ou de bases sont dites **solutions tampons**.

Une **solution tampon** est la solution aqueuse d'un acide faible et de sa base conjuguée ou d'une base faible et de son acide conjugué ou encore un acide faible et son sel ou une base faible et son sel. Une solution tampon est caractérisée par un pH constant. Elle permet de fixer le pH d'un milieu réactionnel.

- L'ajout modéré de base forte ou d'acide fort n'affecte que peu le pH de la solution.
- La dilution ne fait pas varier le pH de la solution.

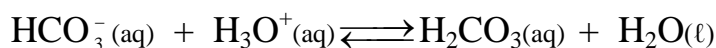
Tableau des exemples de quelques solutions tampons

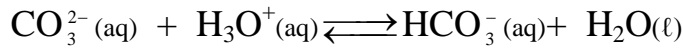
Solutions tampons		Acide	Base conjuguée
1	Solution de l'acide éthanoïque CH_3COOH et du sel d'éthanoate de sodium CH_3COONa .	CH_3COOH	CH_3COO^-
2	Solution d'acide phosphorique H_3PO_4 et de dihydrogénophosphate de sodium NaH_2PO_4	H_3PO_4	H_2PO_4^-
3	Solution du sel de dihydrogénophosphate de disodium $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ et du sel d'hydrogénophosphate de disodium Na_2HPO_4	H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}
4	Solution d'acide carbonique H_2CO_3 et du sel d'hydrogénocarbonate de sodium NaHCO_3	H_2CO_3	HCO_3^-
5	Solution du sel NaHCO_3 et du sel Na_2CO_3	HCO_3^-	CO_3^{2-}
6	Solution du sel NH_4Cl et du sel NH_3	NH_4^+	NH_3

L'étude de l'acidité et de la basicité des solutions dans les organismes vivants et l'environnement nous montre que chaque solution a un pH particulier. On a également constaté que les fluides de certains créatures a un pH supérieur à 7 et de certains d'autres, un pH inférieur à 7.

Les solutions tampons présentes dans la nature la plus importante et intéressante est l'eau de mer. La mesure du pH à la surface de l'eau de mer montre que son pH est dans l'intervalle de 8,1-8,2 en moyenne, ce qui montre que l'eau de mer a un pH presque constant. Si on essaye d'ajouter 2-3 gouttes de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) dans 1 dm^3 de l'eau distillée et mesurer le pH, on a vu que le pH de l'eau réduit à environ 2 ou 3, mais si on fait de même essai mais avec l'eau de mer, on a vu que le pH de l'eau de mer est environ 8, c'est à cause de l'eau de mer a un pouvoir tampon de contrôler le pH.

L'eau de mer est une solution tampon qui a des compositions plus complexes. Les substances et les ions qui jouent le rôle important dans la régulation du pH de l'eau de mer sont H_2CO_3 , HCO_3^- et CO_3^{2-} si on ajoute de l'acide (H_3O^+) dans l'eau de mer, il se forme la réaction ainsi :



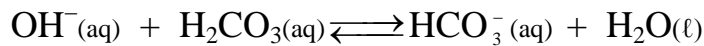
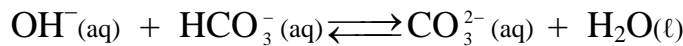


En outre, l'eau de mer pourrait avoir du carbonate de calcium (CaCO_3) qui réagira avec H_3O^+ selon l'équation :

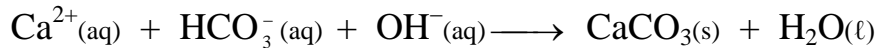


D'où l'ajout de H_3O^+ ne varie pas le pH de l'eau de mer.

Si on ajoute de la base dans l'eau de mer H_2CO_3 et HCO_3^- réagiront avec OH^- de la base pour donner CO_3^{2-} et HCO_3^- selon l'équation :

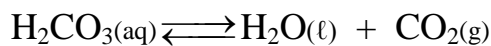
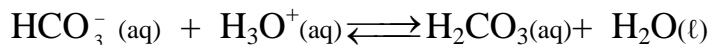


HCO_3^- continue à réagir avec Ca^{2+} dans l'eau de mer en produisant CaCO_3 insoluble dans l'eau et précipite selon l'équation :

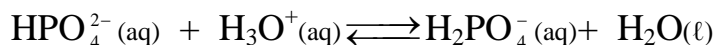


C'est donc HCO_3^- qui peut aider à éliminer les ions hydroxyde ajoutés.

Le contrôle du pH des fluides dans le corps humain utilise aussi le système de tampon de même que le système de tampon des créatures en général tel que le système de $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$ pour maintenir le plasma sanguin d'avoir du pH de 7,3-7,4 ; tandis que le tampon phosphate $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ est lié à la fonction rénale, lors de l'exercice pendant une longue période se forme des différents types d'acides ce qui provoque la variation de pH du sang, le système tampon $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$ dans le sang entre en réaction pour réduire la concentration des acides ainsi :



Le gaz CO_2 formé est excrété du sang à travers des poumons par la respiration, pour le tampon phosphate dans les cellules du corps sert à réduire l'acide formé selon l'équation :



H_2PO_4^- fut excrété par l'urine. Les changements dans le corps résultant de l'acide se produit régulièrement sur une base quotidienne, mais le système du tampon dans le corps peut réduire les concentrations de l'acide formé et contrôle

l'acidité et la basicité. Le système tampon dans les organismes vivants peut être étudié dans le niveau supérieur.

II. Utilités des solutions tampons

1. Utilités au quotidien

Les solutions tampons possèdent diverses applications, dans des domaines variés. Elles sont présentes dans l'environnement, dans les aliments consommés, dans le corps des vivants et dans plusieurs expérimentations en laboratoire.

2. Utilités dans l'environnement

Les solutions tampons sont présentes dans notre environnement et aident plusieurs organismes à survivre. Dans les lacs, par exemple, afin que la faune (ଝିନ) et la flore (ଝିନ) ne soient pas détruits à la moindre variation de pH, souvent causé par les pluies acides et la pollution, il doit y avoir une solution tampon. Pour l'eau, le principal tampon est l'ion d'hydrogénocarbonate, qui vient du calcaire.

3. Utilités dans les aliments

Les solutions tampons sont utilisées dans des aliments consommés chaque jour. L'eau minérale, par exemple, afin de ne pas être dangereuse pour la santé, a besoin des solutions tampons pour le dosage des ions en solutions.

Aussi, le lait, pour être pasteurisé, a besoin des solutions tampons. Une partie de ce processus est l'acidification, qui est le fait de transformer le lait en produits laitiers frais et en fromage. Cette étape subit une grande influence du pouvoir tampon du phosphate présent dans le lait.



Exercices

- Les solutions contenant des substances suivantes sont-elles des solutions tampons ? Pourquoi ?
 - NaOH et NaCl
 - HCN et NaCN
- Écrire l'équation de réaction de maintenir le pH des solutions tampons quand on y ajoute d'un acide ou d'une base.
 - Ajout d'une base au tampon $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$
 - Ajout d'un acide au tampon $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$
 - Ajout d'une base au tampon $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$
 - Ajout d'un acide au tampon $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$
 - Ajout d'une base au tampon HCN / CN^-
 - Ajout d'un acide au tampon HCN / CN^-
- La recherche du syndrome d'un malade trouve que le pH sanguin est supérieur que d'habitude, il faut donc l'aider urgence en lui faisant respirer dans un sac de papier pendant une courte durée, pourquoi on fait cela ?

