

CHAP 05

ACIDO BASIQUE

Sujet 1 : A propos des acides chlorhydrique et éthanoïque – Polynésie – Juin 2008

Sujet 2 : Réactions totales ? – Amérique du Nord – Juin 2008

Sujet 3 : La Glutamine – Polynésie – Juin 2018

1. Solutions acide, basique, échelle de pH.

1. Définir les notions de solutions acides, basiques et neutres. Faire apparaître l'échelle des pH. Comment mesure-t-on le pH ?
2. Rappeler la relation qui lie pH d'une solution et la concentration en ion oxonium $[H_3O^+]$. On mesure une concentration $[H_3O^+] = 6,3 \cdot 10^{-10}$ mol/L. En déduire la valeur du pH.
3. A l'inverse, rappeler la relation qui lie la concentration en ion oxonium $[H_3O^+]$ et le pH de la solution. Déterminer la valeur de la concentration en ion oxonium pour une solution de $pH = 1,4$.
4. Faire apparaître l'échelle des concentrations en ion oxonium. Comment évolue la concentration en ion oxonium en fonction du pH du milieu ?

2. Acide, base, de couple acide/base, réactions acido-basiques, quotient de réaction.

5. Dans un bécher on introduit $V_A = 100,0$ mL d'une solution d'acide éthanoïque de concentration $c_A = 1,0 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹ et $V_B = 40,0$ mL d'une solution aqueuse d'ammoniac de concentration $c_B = 5,0 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹. La transformation chimique qui a lieu est modélisée par la réaction chimique d'équation :



Faire apparaître les notions d'acide, de base, de couple acide/base selon Brønsted.

6. Définir la notion de quotient de réaction. Quelle est sa valeur $Q_{r,i}$ dans l'état initial ?
7. Lorsque l'équilibre est atteint, la concentration en ion ammonium a pour valeur $[NH_4^+]_{eq} = 7,1 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹. En déduire les concentrations des espèces $CH_3CO_2^-$, NH_3 et CH_3COOH présentes dans le mélange à l'équilibre. On pourra s'aider éventuellement d'un tableau d'avancement.
8. En déduire la valeur de la constante d'équilibre de la réaction du système
9. Comparer les valeurs de $Q_{r,i}$ et de K et conclure sur l'évolution du système.
10. Introduire la notion de taux d'avancement. La transformation chimique entre l'acide éthanoïque et l'ammoniac, modélisée par la réaction chimique d'équation 1, est-elle totale ?

3. Constante d'acidité, pKa, acide fort ou faible.

11. Écrire l'équation de la réaction du chlorure d'hydrogène avec l'eau
12. En considérant un volume $V = 1,00$ L de solution aqueuse de chlorure d'hydrogène HCl, de concentration molaire en soluté apporté $c = 1,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹, dresser le tableau d'avancement de la réaction de l'acide chlorhydrique HCl avec l'eau. Y faire apparaître l'avancement x au cours de transformation et l'avancement final x_f . Lorsque l'équilibre est atteint, on mesure un pH de 2,0. Déterminer le taux d'avancement final de la réaction du chlorure d'hydrogène HCl avec l'eau. Conclure sur le caractère total ou limité de la réaction.
13. Écrire l'équation de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau. Faire apparaître les couples acide/base mis en jeu.
14. Reprendre la question 10 mais en considérant un volume $V = 1,00$ L de solution aqueuse d'acide éthanoïque CH_3COOH , de concentration molaire en soluté apporté $c = 1,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹. Lorsque l'équilibre est atteint, on mesure un pH de 3,4. Conclure sur le caractère total ou limité de la réaction.
15. Pour la solution d'acide éthanoïque de concentration $c = 1,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹, calculer la valeur de l'expression :

$$\frac{[CH_3COO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

16. Aux incertitudes expérimentales près, on constate que l'on obtient la même valeur pour la solution diluée 10 fois. Quel nom donne-t-on à cette valeur caractéristique du couple $CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-_{(aq)}$?
17. En déduire la valeur du pKa.
18. Tracer le diagramme de prédominance. A $pH = 2,0$, quelle espèce est dominante ? Même question à $pH = 5,7$.

4. La solution aqueuse d'ammoniac

Données : dans les conditions expérimentales de l'exercice on a le volume molaire d'un gaz : $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$;

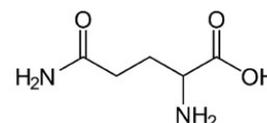
Un volume gazeux d'ammoniac $v = 2,4 \times 10^{-1} \text{ L}$ est dissous dans de l'eau distillée pour obtenir $V_S = 1,0 \text{ L}$ de solution aqueuse d'ammoniac S.

19. Donner l'expression, puis calculer la quantité de matière d'ammoniac n_0 contenue dans le volume gazeux v .
20. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique de l'ammoniac avec l'eau.
21. Rappeler la définition du produit ionique de l'eau K_e et de la réaction à laquelle cette constante est associée. Préciser les couples Acide/Base mis en jeu. Comment qualifie-t-on l'eau ?
22. Le pH de la solution S est mesuré et a pour valeur 10,6. Calculer la quantité de matière en ions hydroxyde présente dans la solution S.
23. La transformation chimique associée à la réaction dont l'équation a été écrite en 18. est-elle totale ? Justifier la réponse.
24. Donner l'expression de la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction 18. et déterminer sa valeur.
25. En déduire la valeur de la constante d'acidité K_a du couple : $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$.

5. Le cas particulier des acides-aminés.

Acide aminé le plus abondant dans l'organisme, la glutamine et particulièrement la L-glutamine joue un rôle fondamental dans la régulation acido-basique du sang.

La glutamine est synthétisée par l'organisme humain à partir de l'acide glutamique, autre acide aminé non essentiel. L'enzyme qui permet cette conversion s'appelle la glutamine synthétase. La glutamine est particulièrement utilisée par les sportifs de haut niveau pour améliorer les performances physiques.



26. La glutamine est représentée ci-contre. Quel type de représentation a-t-on utilisé ?

27. Recopier la représentation ci-contre.

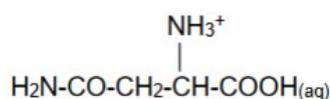
Entourer les groupes caractéristiques présents et nommer les fonctions associées. Pourquoi parle-t-on de molécule polyfonctionnelle ?

28. La glutamine a plusieurs noms en nomenclature officielle. Justifier chacune des appellations:

- a°) acide 2-amino-5-amidopentanoïque.
- b°) acide 2,5-diamino-5-oxopentanoïque
- c°) acide 2-amino-5-carbamoylbutanoïque

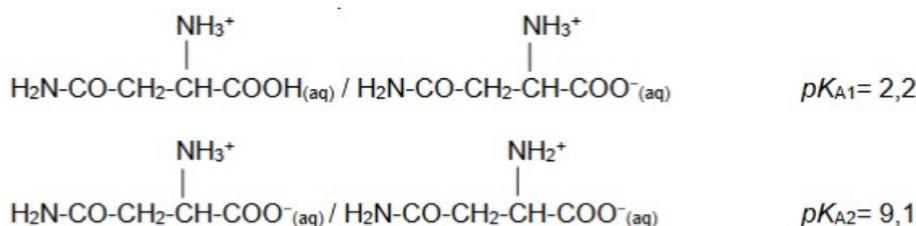
29. Dans le cas de molécules polyfonctionnelles, la nomenclature officielle impose le choix d'un groupe caractéristique prioritaire qui donne son nom à la molécule. Quel est le groupe caractéristique prioritaire pour la glutamine ?

30. La glutamine possède des propriétés acido-basiques. Expliquer pourquoi la forme de la glutamine suivante peut être qualifiée de diacide.



31. En solution aqueuse, un transfert intramoléculaire d'un proton a lieu du groupe carboxyle vers le groupe amine : il se forme alors un amphion. Écrire la formule de l'amphion formé.

32. En solution aqueuse, la glutamine existe alors sous trois formes ioniques différentes qui constituent deux couples acide-base :



Que peut-on dire de l'amphion ?

33. Le pH du sang se situe entre 7,35 et 7,45. Identifier l'espèce chimique de la glutamine qui prédomine dans le sang. Justifier.
34. (Pour réviser) Découper et coller le document donné en Annexe. Donner trois arguments justifiant que le spectre IR proposé en Annexe peut correspondre à celui de la glutamine.

6. Dosages acido-basiques.

On se propose de vérifier l'indication portée sur l'étiquette d'un traitement du psoriasis, à l'aide d'un titrage acido-basique, selon le protocole suivant :

- À l'aide d'un mortier, réduire en poudre le contenu d'une gélule. Dissoudre la poudre obtenue dans de l'eau distillée de manière à obtenir un volume $V = 100,0$ mL de solution.
- Effectuer une prise d'essai de volume $V_A = 10,0$ mL de la solution.
- Titrer par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire $C_B = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.
- Suivre l'évolution du pH en fonction du volume versé.

L'équation de la réaction, support du titrage, est la suivante : $\text{AH}_{2(\text{Aq})} + 2 \text{HO}^-_{(\text{Aq})} \rightarrow \text{A}^{2-}_{(\text{Aq})} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

La courbe d'évolution du pH en fonction du volume de solution versé est donnée en annexe à découper et coller.

35. Quelles sont les trois caractéristiques que doivent vérifier toute réaction de dosage ?

36. Schématiser et légender le dispositif expérimental réalisé.

37. Définir le point d'équivalence. Quelle relation est vérifiée en ce point ? Sur la courbe d'évolution du pH, expliciter la méthode pour déterminer le point d'équivalence. En déduire la concentration de la solution titrée.

38. En déduire la masse d'acide fumarique contenu dans une gélule. Comparer avec l'étiquette.

39. Définir la notion d'indicateur coloré. Parmi les trois indicateurs colorés suivants, lequel est le plus approprié pour effectuer le titrage de l'acide fumarique ? Justifier la réponse.

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 - 4,4	Jaune
Rouge de crésol	Jaune	7,2 - 8,8	Rouge
Jaune d'alizarine R	Jaune	10,1 - 12,1	Violet