BURHAN

Transformations chimiques qui ont lieu dans les deux sens : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/transformations-chimiques-dans-les-deux-sens/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Transformations chimiques qui ont lieu dans les deux sens	Application	8

Exercice 1

Acides, bases et ampholyte dans une liste d'espèces

On dispose des espèces suivantes, toutes en solution aqueuse :

- l'acide lactique $\mathrm{C_3H_6O_3}$ et l'ion lactate $\mathrm{C_3H_5O_3^-}$;
- l'ion méthylammonium $\mathrm{CH_3NH_3^+}$ et la méthylamine $\mathrm{CH_3NH_2}$;
- l'ion hydrogénosulfite $\mathrm{HSO_3^-}$ et l'ion sulfite $\mathrm{SO_3^{2-}}$.

1.

Parmi l'acide lactique, l'ion méthylammonium, la méthylamine et l'ion sulfite, dire quelles espèces sont des acides et quelles espèces sont des bases selon Brønsted.

INDICE

Outil : compare chaque formule à celle de son partenaire de la liste : laquelle porte un H de plus ?

2.

Écrire les trois couples acide/base de la liste et la demi-équation de chacun.

INDICE

Outil : un couple s'écrit acide/base ; sa demi-équation met le proton $\mathrm{H^+}$ du côté de la base.

3.

L'ion hydrogénosulfite est aussi la base du couple $\mathrm{SO_2, H_2O / HSO_3^-}$. Montrer que c'est un ampholyte.

INDICE

Outil : cherche si l'espèce figure dans deux couples, avec un rôle différent dans chacun.

Exercice 2

Réaction de l'acide propanoïque avec la méthylamine

On mélange une solution d'acide propanoïque $\mathrm{C_2H_5COOH}$ et une solution de méthylamine $\mathrm{CH_3NH_2}$. L'acide propanoïque cède un proton à la méthylamine.

Couples : $\mathrm{C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-}$ et $\mathrm{CH_3NH_3^+/CH_3NH_2}$.

1.

Écrire la demi-équation de chaque couple, dans le sens où l'espèce réagit.

INDICE

Outil : l'acide qui réagit cède $\mathrm{H^+}$; la base qui réagit le capte.

2.

En déduire l'équation de la réaction entre l'acide propanoïque et la méthylamine.

INDICE

Outil : fais la somme des deux demi-équations ; le proton, présent à gauche dans l'une et à droite dans l'autre, s'élimine.

3.

Vérifier la conservation des éléments et des charges dans cette équation.

INDICE

Outil : compte chaque élément de part et d'autre, puis la somme des charges.

Exercice 3

Du pH à la concentration en ions oxonium, et retour

On étudie trois solutions aqueuses diluées : un jus de citron dilué de pH $2{,}62$, une eau de pluie de pH $5{,}30$, et une solution S dans laquelle $[\mathrm{H_3O^+}] = 3{,}2 \times 10^{-4}\,\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$.

1.

Calculer la concentration en ions oxonium du jus de citron dilué et celle de l'eau de pluie.

INDICE

Outil : $[\mathrm{H_3O^+}] = 10^{-\mathrm{pH}}\,\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$; deux décimales du pH donnent deux chiffres significatifs.

2.

Calculer le pH de la solution S.

INDICE

Outil : $\mathrm{pH} = -\log[\mathrm{H_3O^+}]$, avec la valeur numérique de la concentration en $\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$.

3.

Classer les trois solutions de la plus riche à la moins riche en ions oxonium.

INDICE

Outil : le pH et la concentration en ions oxonium varient en sens contraires.

Exercice 4

Ordonner et justifier un protocole de mesure du pH

Un élève doit mesurer le pH d'une solution d'acide propanoïque. Il dispose d'un pH-mètre et de sa sonde, de deux solutions étalons de pH $4{,}01$ et $6{,}86$, d'une pissette d'eau distillée, de papier absorbant, de bé-chers et d'un agitateur magnétique. Ses notes, en désordre :

- a. plonger la sonde et lancer l'agitation ;
- b. rincer la sonde, puis l'essuyer sans frotter ;
- c. étalonner le pH-mètre ;
- d. lire la valeur stabilisée ;
- e. verser la solution dans un bécher propre.

1.

Remettre les gestes a à e dans l'ordre de la mesure.

INDICE

Outil : l'appareil doit être prêt avant de toucher la solution ; la sonde sort de l'étalonnage couverte de solution étalon.

2.

Expliquer le rôle de l'étalonnage et celui du rinçage.

INDICE

Outil : demande-toi ce que l'appareil affiche sans réglage, puis ce qui reste sur la sonde après une solution.

3.

Proposer une façon simple de vérifier, à la fin de la séance, que le pH-mètre est resté bien réglé.

INDICE

Outil : une solution dont le pH est connu sert de témoin.

Exercice 5

Taux d'avancement final d'une solution d'acide lactique

On prépare $V = 100{,}0\,\mathrm{mL}$ d'une solution d'acide lactique $\mathrm{C_3H_6O_3}$ de concentration apportée $c = 2{,}5 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. Le pH mesuré à l'état final vaut $2{,}75$.

Couples : $\mathrm{C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-}$ et $\mathrm{H_3O^+/H_2O}$.

1.

Donner l'équation de la transformation entre l'acide lactique et l'eau, puis établir le tableau d'avancement et en tirer l'avancement maximal $x_{\max}$.

INDICE

Outil : l'eau est le solvant, en excès ; le réactif limitant est l'acide.

2.

Calculer l'avancement final x_f à partir du pH.

INDICE

Outil : à l'état final, $n_f(\mathrm{H_3O^+}) = x_f$, et $[\mathrm{H_3O^+}]_f = 10^{-\mathrm{pH}}$.

3.

Calculer le taux d'avancement final τ et conclure sur la transformation.

INDICE

Outil : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$; une transformation totale a un taux égal à 1.

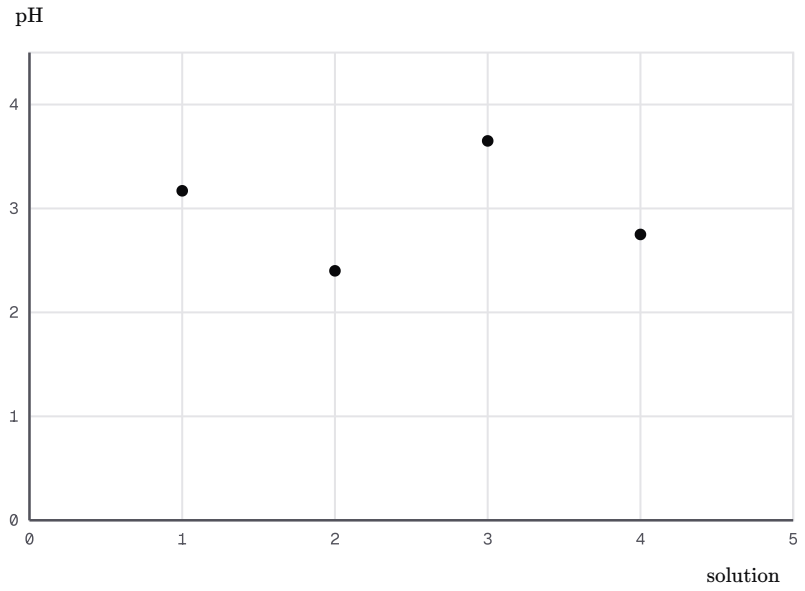
Exercice 6

Reconnaître une transformation totale par le pH

Quatre solutions d'acides ont la même concentration apportée $c = 4{,}0 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$. On mesure leur pH à l'état final.

Document. pH mesurés des quatre solutions.

Solution	Acide	pH
$\mathrm{S_1}$	acide lactique	$3{,}17$
$\mathrm{S_2}$	acide nitrique	$2{,}40$
$\mathrm{S_3}$	acide propanoïque	$3{,}65$
$\mathrm{S_4}$	acide chloroéthanoïque	$2{,}75$



● Points de mesure

pH de quatre solutions d'acides de même concentration

1.

Calculer la concentration finale en ions oxonium de chacune des quatre solutions et la comparer à c. Pour quelle solution lui est-elle égale ?

INDICE

Outil : $[\mathrm{H_3O^+}]_f = 10^{-\mathrm{pH}}$, avec deux chiffres significatifs.

2.

Écrire l'équation de la réaction de l'acide nitrique avec l'eau et dresser le tableau d'avancement pour un volume V. En déduire le taux d'avancement final de la transformation et la flèche qui convient.

INDICE

Outil : l'eau, solvant, est en excès ; avec $n_0 = c\,V$, l'acide est limitant, et $n_f(\mathrm{H_3O^+}) = x_f$.

3.

Sans calculer de taux, justifier que les trois autres transformations sont limitées.

INDICE

Outil : compare chaque pH à celui de la solution $\mathrm{S_2}$, puis traduis en concentrations.

Exercice 7

Juger des affirmations sur l'état d'équilibre

Le pH d'une solution d'acide butanoïque est mesuré toutes les dix minutes pendant une heure : il garde toujours la même valeur. La réaction de l'acide butanoïque avec l'eau est limitée.

1.

Un élève affirme : « Le pH ne change plus, donc plus aucune molécule d'acide ne réagit. » Cette affirmation est-elle juste ?

INDICE

Outil : distingue ce qui se mesure à notre échelle de ce qui se passe entre les molécules.

2.

Expliquer, avec le modèle des chocs efficaces, pourquoi la composition du système reste constante.

INDICE

Outil : dans chaque sens, combien de chocs efficaces se produisent pendant une seconde ?

3.

Un second élève affirme : « Ici, le taux d'avancement final vaut 1. » Corriger cette affirmation.

INDICE

Outil : relie la valeur de τ au caractère total ou limité de la transformation.

Exercice 8

Du taux d'avancement final au pH d'une solution d'acide butanoïque

Une solution d'acide butanoïque $\mathrm{C_3H_7COOH}$ a une concentration apportée $c = 3{,}0 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ et un volume $V = 40{,}0\,\mathrm{mL}$. Le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau vaut $\tau = 2{,}2\,\%$.

Couples : $\mathrm{C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-}$ et $\mathrm{H_3O^+/H_2O}$.

1.

Écrire l'équation de la réaction, dresser le tableau d'avancement et calculer $x_{\max}$.

INDICE

Outil : l'acide est le réactif limitant ; convertis le volume en litres.

2.

Calculer l'avancement final x_f.

INDICE

Outil : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$ donne $x_f = \tau\, x_{\max}$, avec τ écrit en nombre décimal.

3.

En déduire la concentration finale en ions oxonium, puis le pH de la solution.

INDICE

Outil : d'après le tableau, $n_f(\mathrm{H_3O^+}) = x_f$; divise par le volume.