BURHAN

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

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

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

Chapitre	Palier	Exercices
Transformations chimiques qui ont lieu dans les deux sens	Entraînement	7

Exercice 1

Préparer une solution de vitamine C et mesurer son taux d'avancement

Un comprimé de vitamine C contient de l'acide ascorbique $\mathrm{C_6H_8O_6}$ et des excipients solubles sans propriété acide. On le dissout entièrement dans l'eau distillée pour obtenir une solution de volume $V = 250{,}0\,\mathrm{mL}$.

Document. Données sur le comprimé et le matériel.

Donnée	Valeur
masse d'acide ascorbique	$m = 0{,}500\,\mathrm{g}$
masse molaire	$M = 176{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$
couple	$\mathrm{C_6H_8O_6/C_6H_7O_6^-}$

Matériel : mortier et pilon, entonnoir, fiole jaugée de $250{,}0\,\mathrm{mL}$, pissette d'eau distillée, pH-mètre étalonné.

1.

Calculer la quantité de matière n d'acide ascorbique du comprimé, puis la concentration apportée c de la solution.

INDICE

Outil : $n = \dfrac{m}{M}$, puis $c = \dfrac{n}{V}$ avec V en litres.

2.

Proposer un protocole de préparation de la solution avec le matériel du document.

INDICE

Début : le comprimé doit d'abord être réduit en poudre. **Ensuite :** pense au trait de jauge et à l'homogénéisation.

3.

Écrire l'équation de la réaction de l'acide ascorbique avec l'eau, dresser le tableau d'avancement et donner l'avancement maximal.

INDICE

Outil : l'eau, solvant, est en excès ; tout l'acide du comprimé est dans la fiole.

4.

Le pH de la solution, mesuré à l'état final, vaut $3{,}04$. Calculer l'avancement final et le taux d'avancement final, puis conclure.

INDICE

Début : $[\mathrm{H_3O^+}]_f = 10^{-\mathrm{pH}}$ et $x_f = [\mathrm{H_3O^+}]_f \cdot V$. **Ensuite :** $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$.

Exercice 2

Ion éthanoate, méthylamine et ion hydrogénophosphate face à l'eau

On étudie trois espèces mises en solution dans l'eau : l'ion éthanoate, la méthylamine et l'ion hydrogénophosphate.

Document. Couples acide/base utiles.

Couple	Acide	Base
1	CH_3COOH	CH_3COO^-
2	$CH_3NH_3^+$	CH_3NH_2
3	H_2O	HO^-
4	$H_2PO_4^-$	HPO_4^{2-}
5	HPO_4^{2-}	PO_4^{3-}
6	H_3O^+	H_2O

1.

L'ion éthanoate capte un proton cédé par l'eau. Écrire les deux demi-équations, puis l'équation de cette réaction.

INDICE

Outil : l'eau joue ici le rôle d'acide : utilise le couple 3.

2.

Écrire de même l'équation de la réaction de la méthylamine avec l'eau.

INDICE

Outil : la méthylamine est la base du couple 2 ; l'eau lui cède un proton.

3.

Montrer que l'eau est un ampholyte, à l'aide du document.

INDICE

Outil : repère dans le tableau toutes les lignes où figure H_2O, et son rôle dans chacune.

4.

Justifier que l'ion hydrogénophosphate est un ampholyte et écrire ses deux demi-équations.

INDICE

Outil : cherche HPO_4^{2-} dans les colonnes « acide » et « base ».

5.

L'ion hydrogénophosphate, utilisé comme base, réagit avec l'acide éthanoïque. Écrire l'équation de cette réaction et nommer ses deux couples.

INDICE

Début : l'acide éthanoïque cède un proton (couple 1). **Ensuite :** l'ion hydrogénophosphate le capte (couple 4).

Exercice 3

Comparer les taux d'avancement de deux acides de même concentration

On prépare deux solutions de même volume $V = 20{,}0\,\mathrm{mL}$ et de même concentration apportée $c = 5{,}0 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$: l'une d'acide lactique $\mathrm{C_3H_6O_3}$, l'autre d'acide propanoïque $\mathrm{C_2H_5COOH}$.

Document. pH mesurés à l'état final.

Solution	pH
acide lactique	$3{,}12$
acide propanoïque	$3{,}60$

1.

Calculer la concentration finale en ions oxonium de chaque solution. Laquelle en contient le plus ?

INDICE

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

2.

On note HA l'un ou l'autre acide. Écrire l'équation de sa réaction avec l'eau, dresser le tableau d'avancement et calculer $x_{\max}$, commun aux deux solutions.

INDICE

Outil : $n_0 = cV$ est le même pour les deux solutions ; l'eau est en excès.

3.

Calculer l'avancement final et le taux d'avancement final de chaque réaction.

INDICE

Outil : $x_f = [\mathrm{H_3O^+}]_f \cdot V$, puis $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$.

4.

Les deux transformations sont-elles totales ? Que montre la comparaison des deux taux ?

INDICE

Outil : compare chaque taux à 1, puis les deux taux entre eux, à concentration égale.

Exercice 4

Transformation totale ou limitée : acides nitrique et propanoïque

Deux solutions ont le même volume $V = 60{,}0\,\mathrm{mL}$ et la même concentration apportée $c = 2{,}0 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$: la solution $\mathrm{S_N}$ d'acide nitrique $\mathrm{HNO_3}$ et la solution $\mathrm{S_P}$ d'acide propanoïque $\mathrm{C_2H_5COOH}$.

Document. pH mesurés à l'état final : $1{,}70$ pour $\mathrm{S_N}$, $3{,}29$ pour $\mathrm{S_P}$.

1.

Calculer l'avancement maximal de la réaction de chaque acide avec l'eau, à l'aide d'un tableau d'avancement.

INDICE

Outil : les deux acides réagissent avec l'eau selon le même schéma ; note HA l'acide et $n_0 = c\,V$.

2.

Montrer que la réaction de l'acide nitrique avec l'eau est totale.

INDICE

Outil : calcule $x_f = 10^{-\mathrm{pH}} \cdot V$ et compare-le à $x_{\max}$.

3.

Calculer l'avancement final et le taux d'avancement final de la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau.

INDICE

Outil : même méthode qu'à la question 2, puis $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$.

4.

Écrire l'équation de chaque réaction avec la flèche qui convient.

INDICE

Outil : flèche simple $\longrightarrow$ pour une transformation totale, symbole $\rightleftharpoons$ pour une transformation limitée.

Exercice 5

Précision d'une mesure de pH et encadrement du taux d'avancement

Une solution d'acide ascorbique $\mathrm{C_6H_8O_6}$ a une concentration apportée $c = 6{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. Un pH-mètre étalonné affiche $3{,}19$ à l'état final.

Document. Notice de l'appareil.

Caractéristique	Valeur
affichage	deux décimales
précision de la mesure	$\pm\,0{,}05$ unité de pH

1.

Calculer la concentration finale en ions oxonium correspondant à la valeur affichée.

INDICE

Outil : $[\mathrm{H_3O^+}]_f = 10^{-\mathrm{pH}}$.

2.

D'après la notice, le pH vrai est compris entre deux valeurs. Les donner, puis encadrer $[\mathrm{H_3O^+}]_f$.

INDICE

Point délicat : le plus petit pH donne la plus grande concentration.

3.

Écrire l'équation de la réaction de l'acide avec l'eau et le tableau d'avancement pour un volume V, puis montrer que $\tau = \dfrac{[\mathrm{H_3O^+}]_f}{c}$. En déduire un encadrement de τ.

INDICE

Début : exprime $x_{\max}$ et x_f en fonction de c, V et $[\mathrm{H_3O^+}]_f$. **Ensuite :** le volume se simplifie.

4.

Proposer deux précautions qui rendent cette mesure de pH plus fiable.

INDICE

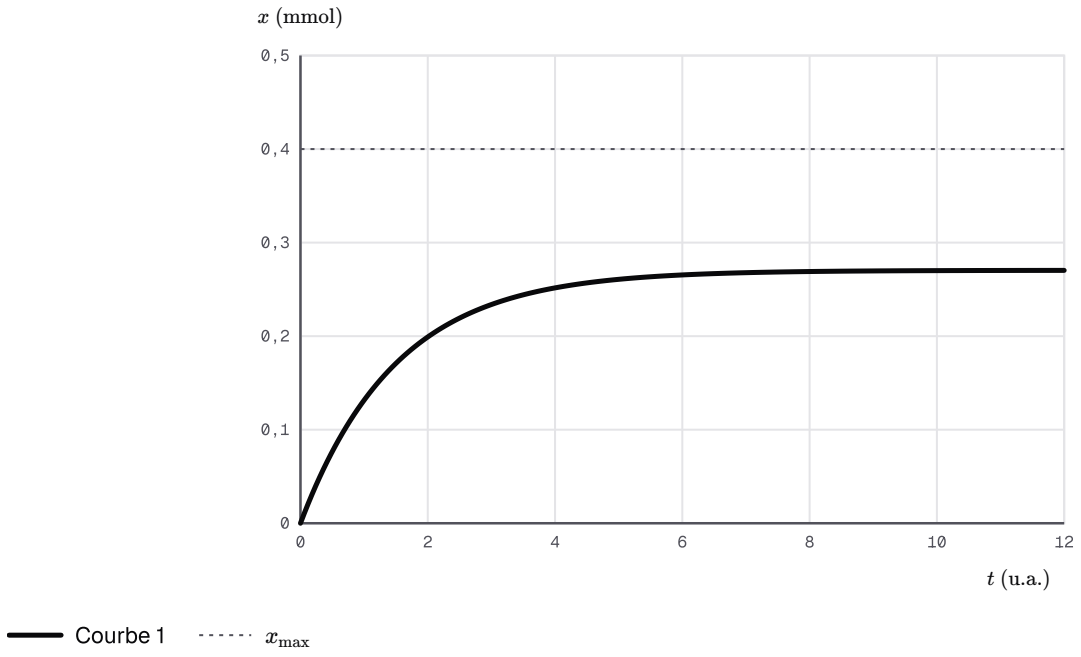
Outil : pense au réglage de l'appareil, à la sonde et au moment de la lecture.

Exercice 6

Lire l'avancement final sur une courbe d'avancement

On introduit de l'acide chloroéthanoïque $\mathrm{ClCH_2COOH}$ dans l'eau : la solution obtenue a un volume $V = 400{,}0\,\mathrm{mL}$ et une concentration apportée $c = 1{,}0 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. Un logiciel de simulation donne l'allure de l'avancement x de sa réaction avec l'eau au cours du temps, en unités arbitraires.

Document. Avancement x, en millimoles, en fonction du temps ; la droite en pointillés marque l'avancement maximal.



Avancement au cours du temps : modèle d'allure

1.

Lire sur le document la valeur de l'avancement final x_f.

INDICE

Outil : l'avancement final est la valeur du palier, quand x ne varie plus.

2.

Donner l'équation de la réaction avec l'eau, puis établir le tableau d'avancement pour obtenir $x_{\max}$. La transformation est-elle totale ?

INDICE

Outil : l'acide est le réactif limitant ; $1\,\mathrm{mmol} = 10^{-3}\,\mathrm{mol}$.

3.

Calculer le taux d'avancement final.

INDICE

Outil : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$, les deux avancements dans la même unité.

4.

Le pH mesuré de la solution à l'état final vaut $3{,}17$. Vérifier la lecture de la question 1.

INDICE

Outil : d'après le tableau, $x_f = [\mathrm{H_3O^+}]_f \cdot V$.

5.

Décrire l'état du système sur le palier, à l'échelle macroscopique puis microscopique.

INDICE

Outil : sur le palier, x ne varie plus ; pense aux deux sens de la réaction.

Exercice 7

Solution d'acide chloroéthanoïque : préparation, pH et comparaison

On veut préparer une solution d'acide chloroéthanoïque $\mathrm{ClCH_2COOH}$ en dissolvant une masse $m = 0{,}756\,\mathrm{g}$ d'acide solide dans l'eau distillée, pour un volume final $V = 500{,}0\,\mathrm{mL}$. On donne $M(\mathrm{ClCH_2COOH}) = 94{,}5\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.

Document. Verrerie disponible.

Verrerie	Volume
bécher gradué	$500\,\mathrm{mL}$ à $\pm\,30\,\mathrm{mL}$ près
éprouvette graduée	$500\,\mathrm{mL}$ à $\pm\,5\,\mathrm{mL}$ près
fiole jaugée	$500{,}0\,\mathrm{mL}$ à $\pm\,0{,}3\,\mathrm{mL}$ près

1.

Choisir, dans le document, la verrerie qui convient pour obtenir le volume final. Justifier.

INDICE

Outil : la concentration n'est connue que si le volume l'est avec précision.

2.

Calculer la concentration apportée c de la solution.

INDICE

Outil : $n = \dfrac{m}{M}$ puis $c = \dfrac{n}{V}$, avec V en litres.

3.

Le pH mesuré à l'état final vaut $2{,}39$. Écrire l'équation de la réaction avec l'eau, dresser le tableau d'avancement, puis calculer x_f et τ.

INDICE

Début : l'acide est limitant, $x_{\max} = n$. **Ensuite :** $x_f = 10^{-\mathrm{pH}}\cdot V$, puis $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$.

4.

Une solution d'acide nitrique de même concentration a un pH de $1{,}80$. Calculer son taux d'avancement final et comparer les deux acides.

INDICE

Outil : pour un acide avec l'eau, $\tau = \dfrac{10^{-\mathrm{pH}}}{c}$.