BURHAN

Transformations associées aux réactions acido-basiques en solution aqueuse : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/transformations-acido-basiques/exercices/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Transformations associées aux réactions acido-basiques en solution aqueuse	Entraînement	7

Exercice 1

Taux d'avancement et pKA de l'aspirine

On dissout de l'acide acétylsalicylique (aspirine), noté AH, dans de l'eau distillée. Le tableau rassemble les conditions de la préparation et la mesure faite à $25\,^{\circ}\mathrm{C}$ avec un pH-mètre étalonné.

Volume de solution	Concentration apportée	pH mesuré
$V = 100{,}0\,\mathrm{mL}$	$C = 5{,}0 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$	$2{,}96$

Donnée : $10^{-2{,}96} \approx 1{,}10 \times 10^{-3}$.

1.

Indiquer la verrerie qui permet de préparer précisément cette solution, et la précaution à prendre avant de mesurer son pH.

INDICE

Quelle verrerie donne un volume de solution précis ?

2.

Écrire l'équation de la réaction de AH avec l'eau et dresser son tableau d'avancement.

INDICE

Quelle est la quantité initiale d'acide ? Quel rôle joue l'eau ?

3.

Calculer $[\mathrm{H_3O^+}]$, l'avancement final x_f et le taux d'avancement final τ. Conclure.

INDICE

Quelle espèce du tableau donne accès à x_f ? Quel est le réactif limitant ? Garder en mémoire les valeurs non arrondies.

4.

Exprimer K_A en fonction de $[\mathrm{H_3O^+}]$ et de C, puis calculer K_A et le $\mathrm{p}K_A$ du couple.

INDICE

Exprimer $[\mathrm{A^-}]$ et $[\mathrm{AH}]$ à l'aide du tableau, en fonction de $[\mathrm{H_3O^+}]$ et de C.

Exercice 2

Taux d'avancement de deux acides de même concentration

On prépare $V = 50{,}0\,\mathrm{mL}$ de deux solutions acides de même concentration apportée $C = 2{,}0 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, puis on mesure leur pH à $25\,^{\circ}\mathrm{C}$.

Solution	Acide dissous	pH mesuré
S_1	acide nitreux $\mathrm{HNO_2}$	$2{,}54$
S_2	acide hypochloreux HClO	$4{,}62$

Données : $10^{-2{,}54} \approx 2{,}88 \times 10^{-3}$; $10^{-4{,}62} \approx 2{,}40 \times 10^{-5}$.

1.

Dresser le tableau d'avancement de la réaction de $\mathrm{HNO_2}$ avec l'eau, puis montrer que $\tau_1 = \dfrac{10^{-\mathrm{pH}_1}}{C}$.

INDICE

Exprimer x_f à l'aide de la concentration en ions oxonium et $x_{\max}$ à l'aide de la quantité initiale d'acide.

2.

Calculer τ_1 et τ_2.

INDICE

La relation de la question 1 vaut pour chacune des deux solutions.

3.

Classer les deux acides par force croissante. Justifier.

INDICE

Pour deux solutions préparées dans les mêmes conditions, que traduit un plus grand taux d'avancement final ?

4.

Les $\mathrm{p}K_A$ des deux couples valent $3{,}3$ et $7{,}5$. Attribuer chaque valeur à son couple.

INDICE

Comment le $\mathrm{p}K_A$ d'un couple varie-t-il avec la force de son acide ?

Exercice 3

Réaction entre l'acide nitreux et l'aniline

On mélange $V_1 = 20{,}0\,\text{mL}$ d'une solution d'acide nitreux HNO_2 et $V_2 = 20{,}0\,\text{mL}$ d'une solution d'aniline $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, toutes deux de concentration $C = 1{,}0 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Données à 25 °C :

- $\text{p}K_A(\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-) = 3{,}30$;
- $\text{p}K_A(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+/\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 4{,}60$;
- $10^{0{,}65} \approx 4{,}47$.

1.

Écrire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux et l'aniline, puis calculer sa constante d'équilibre K.

INDICE

Repérer le couple de l'acide qui réagit.

2.

Dresser le tableau d'avancement, avec $n_0 = CV_1$. Montrer que, dans l'état d'équilibre, $K = \left(\dfrac{x_f}{n_0 - x_f}\right)^2$.

INDICE

Toutes les espèces partagent le même volume : que devient-il dans le quotient ?

3.

Calculer x_f et le taux d'avancement final τ.

INDICE

Prendre la racine carrée des deux membres de l'égalité de la question 2, puis isoler x_f.

4.

Quelle est l'espèce prédominante de chaque couple dans l'état final ? En déduire un encadrement du pH du mélange.

INDICE

Comparer les quantités finales des deux formes de chaque couple, puis situer le pH par rapport à chaque pKA.

Exercice 4

Diagramme de distribution du couple de la pyridine

Le document représente, à $25\,^{\circ}\mathrm{C}$, les pourcentages de l'ion pyridinium $\mathrm{C_5H_5NH^+}$ et de la pyridine $\mathrm{C_5H_5N}$ dans une solution, en fonction de son pH.

Données : $\log 9 \approx 0{,}95$; $10^{-0{,}70} \approx 0{,}200$.

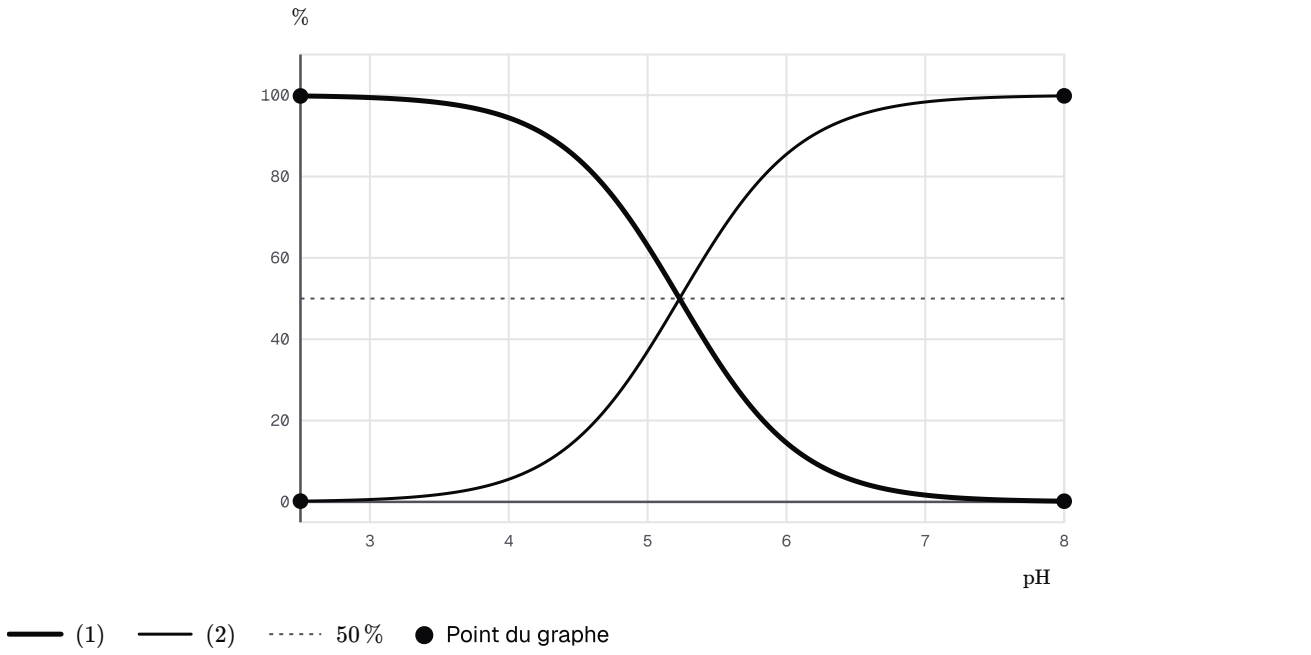


Diagramme de distribution du couple C5H5NH+/C5H5N à 25 °C : pourcentage de chaque forme en fonction du pH.

1.

Attribuer chaque courbe à une espèce du couple. Justifier.

INDICE

En milieu très acide, quelle forme du couple prédomine ?

2.

Déterminer graphiquement le $\mathrm{p}K_A$ du couple.

INDICE

Que vaut le pH au point où les deux formes ont le même pourcentage ?

3.

On admet $\mathrm{p}K_A = 5{,}23$. Calculer le pourcentage de pyridine dans une solution de pH $5{,}93$ et vérifier la lecture sur le document.

INDICE

Utiliser la relation qui donne le pourcentage de la forme basique en fonction du pH et du pKA.

4.

À partir de quel pH la pyridine représente-t-elle au moins $90\,\%$ du couple ?

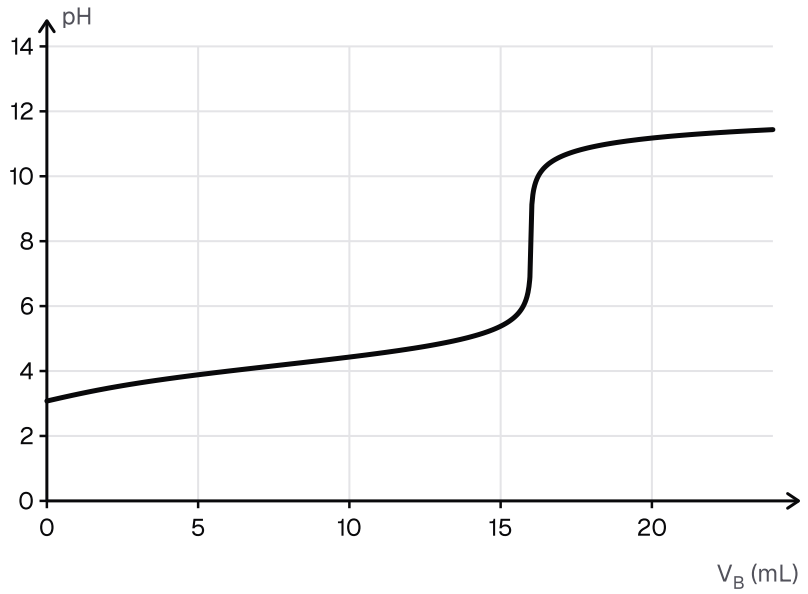
INDICE

Traduire « 90 % de forme basique » par un rapport entre les concentrations des deux formes.

Exercice 5

Titrage pH-métrique de l'acide benzoïque

On titre $V_A = 20{,}0\,\text{mL}$ d'une solution d'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, de concentration C_A inconnue, par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 1{,}50 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le document donne la courbe $\text{pH} = f(V)$ relevée au pH-mètre à $25\,^\circ\text{C}$.



Titrage de 20,0 mL d'une solution d'acide benzoïque par l'hydroxyde de sodium à 1,50×10⁻² mol/L : pH en fonction du volume versé.

1.

Écrire l'équation de la réaction de titrage.

INDICE

Quelle espèce de la solution titrante réagit avec l'acide benzoïque ? La réaction est-elle totale ?

2.

Citer la verrerie qui sert à prélever V_A et celle qui contient la solution titrante, puis décrire la conduite des mesures.

INDICE

Penser au prélèvement précis, à l'agitation et au pas des ajouts.

3.

Lire sur la courbe, par la méthode des tangentes parallèles, le volume V_E versé à l'équivalence.

INDICE

Tracer deux tangentes parallèles de part et d'autre du saut, puis la parallèle équidistante.

4.

Établir le tableau d'avancement à l'équivalence ; en déduire C_A.

INDICE

Quelles quantités sont épuisées à l'équivalence ?

5.

Déterminer graphiquement le $\mathrm{p}K_A$ du couple $\mathrm{C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-}$.

INDICE

Pour quel volume versé le pH d'un acide faible titré est-il égal au $\mathrm{p}K_A$?

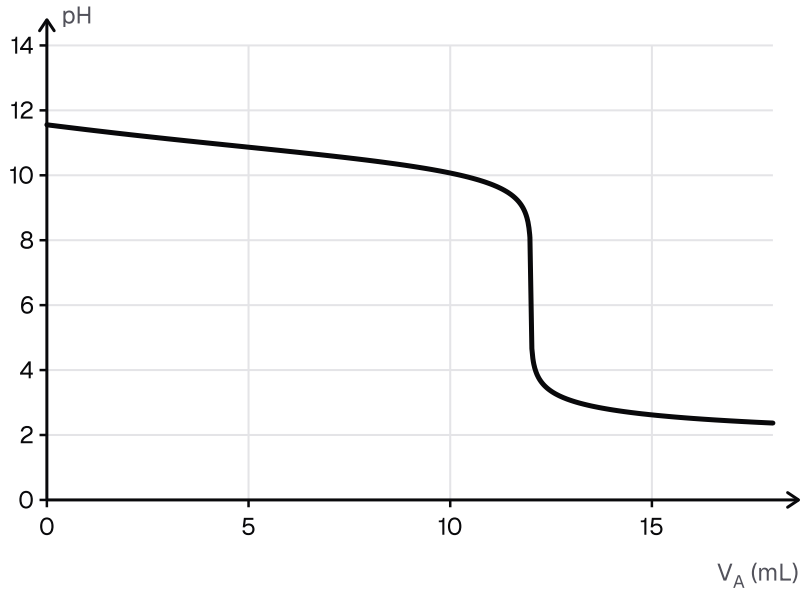
Exercice 6

Titrage de l'éthylamine par l'acide chlorhydrique

On titre $V_B = 10{,}0\,\text{mL}$ d'une solution d'éthylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$, de concentration C_B inconnue, par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 2{,}00 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le document donne la courbe obtenue à $25\,^\circ\text{C}$.

Données :

- $\text{p}K_A(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+/\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2) = 10{,}8$;
- zones de virage : rouge de méthyle de $4{,}2$ à $6{,}2$, bleu de bromothymol de $6{,}0$ à $7{,}6$, thymolphtaléine de $9{,}3$ à $10{,}5$.



Titrage de 10,0 mL d'une solution d'éthylamine par l'acide chlorhydrique à 2,00×10⁻² mol/L : pH en fonction du volume versé.

1.

Décrire le protocole du titrage : prélèvement, montage et conduite des mesures.

INDICE

Nommer chaque instrument et dire à quoi il sert.

2.

Écrire l'équation de la réaction de titrage.

INDICE

Quelle espèce acide la solution d'acide chlorhydrique apporte-t-elle ?

3.

Déterminer V_E par la méthode des tangentes parallèles, puis calculer C_B à l'aide d'un tableau d'avancement.

INDICE

Une fois l'équivalence repérée, chercher les quantités qui s'annulent dans le tableau.

4.

Lire le pH à l'équivalence. Pourquoi est-il inférieur à 7 ?

INDICE

Quelle espèce acido-basique contient la solution à l'équivalence ?

5.

Choisir l'indicateur coloré adapté à ce titrage. Justifier.

INDICE

Quelle zone de virage contient le pH à l'équivalence ?

Exercice 7

Titrage colorimétrique d'un acide nitrique commercial

L'étiquette d'une solution commerciale S_0 d'acide nitrique $\mathrm{HNO_3}$, acide fort, indique une masse volumique $\rho = 1{,}21\,\mathrm{g\cdot mL^{-1}}$. On prépare une solution S_1 cent fois plus diluée, puis on titre $V_1 = 20{,}0\,\mathrm{mL}$ de S_1 par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}100\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, en présence de quelques gouttes d'indicateur coloré. Le virage a lieu pour $V_E = 13{,}8\,\mathrm{mL}$.

Donnée : $M(\mathrm{HNO_3}) = 63{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$. Le tableau donne les indicateurs disponibles à $25\,^\circ\mathrm{C}$.

Indicateur	Zone de virage	Teintes acide / basique
hélianthine	$3{,}1$ à $4{,}4$	rouge / jaune
bleu de bromothymol	$6{,}0$ à $7{,}6$	jaune / bleu
thymolphtaléine	$9{,}3$ à $10{,}5$	incolore / bleu

1.

Décrire la préparation de S_1 : verrerie, volumes et précautions.

INDICE

Diluer cent fois : comment choisir le volume de la fiole et celui de la pipette ?

2.

Écrire l'équation de la réaction de titrage, justifier le choix du bleu de bromothymol et décrire son changement de teinte.

INDICE

Quelles espèces la solution contient-elle à l'équivalence ? Le pH monte-t-il ou descend-il ?

3.

Compléter un tableau d'avancement pour l'état d'équivalence, puis calculer la concentration C_1 de S_1.

INDICE

Quelles quantités sont nulles à l'équivalence ?

4.

En déduire la concentration C_0 de S_0, puis le pourcentage massique d'acide nitrique dans S_0.

INDICE

Raisonner sur un litre de S_0 : que vaut sa masse ?