Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Programme :

1. Chimie des solutions aqueuses
2. Cinétique des systèmes chimiques
3. Relations entre structure des entités chimiques, propriétés physiques et réactivité
4. Structure microscopique et organisation de la matière solide

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

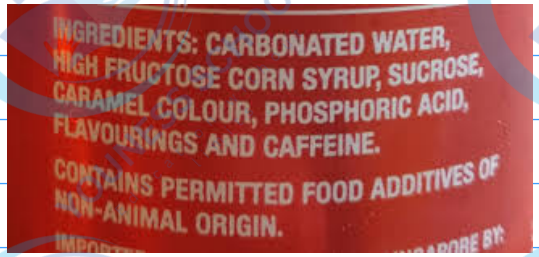
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

RÉACTIONS ACIDO-BASIQUES



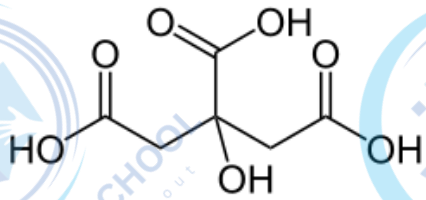


. les produits cosmétiques



SKIN CARE





Acide citrique Triacide (3H+)

Lewis / ARRÉnius (eau).

un acide de Bronsted est une espèce moléculaire ou ionique susceptible de céder un proton H+ ou de provoquer la liberation d'un proton du solvant.

une base de Bronsted est une espèce moléculaire ou ionique susceptible de capter un proton.

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

$$HBr \rightleftharpoons H^+ + Br^-$$
$$HNO_3 \rightleftharpoons H^+ + NO_3^-$$
$$NH_4^+ \rightleftharpoons H^+ + NH_3$$
$$C_6H_5OH \rightleftharpoons H^+ + C_6H_5O^-$$
$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$
$$Cu^{2+} + 2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + Cu(OH)_2$$

Fe 2+

NH_4^+ / NH_3

$$NH_3 + H^+ \rightleftarrows NH_4^+$$
$$CO_3^{2-} + H^+ \rightleftarrows HCO_3^-$$
$$HCO_3^- + H^+ \rightleftarrows H_2CO_3(H_2O + CO_2), \text{ pluie acide}$$

l'acide sulfurique H_2SO_4 est diacide.

$$H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$$
$$HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$$

H_2SO_4 / HSO_4^- ; HSO_4^- / SO_4^{2-} amphotère, ampholyte

H_2O { H_2O / HO^- ; H_3O^+ / H_2O

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^- \quad (Ke, T)$$

auto-dissociation / auto-protolyse

$T = 25°C$

$Ke = [H_3O^+] \times [HO^-] = 10^{-14}$ expérimentale

H_2O pure : $\sigma = 0$; $\sigma \neq 0$ avec des ions

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Application1

$1L = 10^{-3}\ m^3$

L'eau ultra-pure, dont la conductivité vaut $5{,}48.10^{-6}$ S.m^{-1} à 25° C, est classée parmi les substances isolantes. Pourtant les ions H_3O^+ et OH^- ont une mobilité et une conductivité molaire ionique très supérieure à celle des autres ions en solution aqueuse : $\lambda^0(H_3O^+) = 34{,}98.10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1} ; $\lambda^0(OH^-) = 19{,}83.10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}. Comment expliquez-vous la faible conductivité de l'eau ?

dilution infini

$\frac{mol}{L} = \frac{1}{10^{-3}} \frac{mol}{m^3} = 10^3\ mol/m^3$

$\sigma = \sum_i \lambda_i [i]$



$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^-$

—	0	0	EI
—	ξ	ξ	EF

$Ke = [H_3O^+][HO^-]$ $\quad [H_3O^+] = [HO^-]$

$Ke = [H_3O^+]^2 = [HO^-]^2$ $\Rightarrow [H_3O^+] = [HO^-] = \sqrt{Ke} = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7}$ mol/L

$\sigma \neq 0 \Rightarrow \sigma = \lambda_{H_3O} \times 10^{-7} \times 10^3 + \lambda_{HO^-} \times 10^{-7} \times 10^3$

pH $\Rightarrow$ potentiel hydrogène

$pH = -\log a_{H_3O^+}$

$pH = -\log [H_3O^+]$

application2

Déterminer le pH d'une solution de soude de concentration apportée $c = 10^{-2}$ mol.L^{-1}.

(sel) $NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + HO^-$

C	0	0
0	C	C

$[HO^-] = C = 10^{-2}$ mol/L

$pH = 14 - pOH = 14 + \log [HO^-]$

$pH = 14 + \log 10^{-2}$

$pH = 14 - 2 = 12$

$-\log Ke = -\log([H_3O^+] \times [HO^-])$

$-\log Ke = (-\log H_3O^+) - \log HO^-$

$pKe = pH + pOH$

$Ke = 10^{-14} \Rightarrow pKe = -\log_{10} Ke$

$pKe = 14$

$14 = pH + pOH$

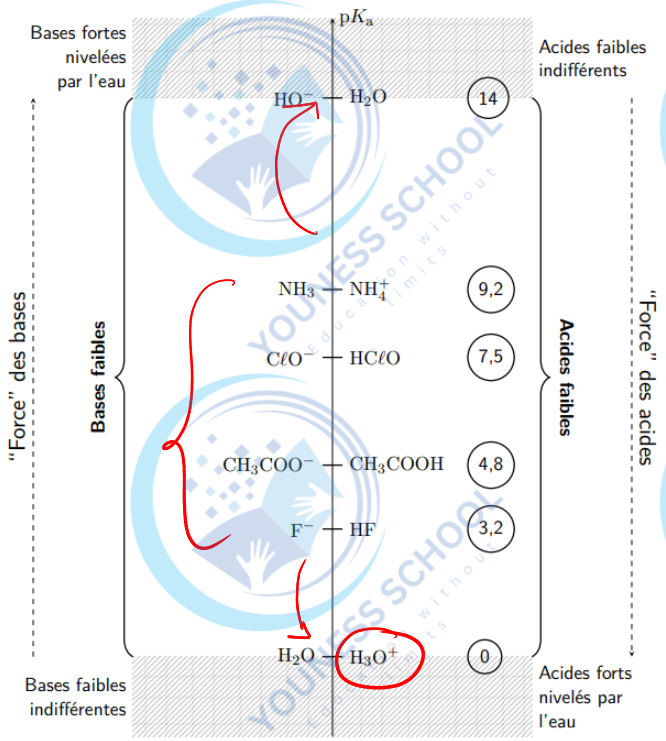
Un acide est d'autant plus fort qu'il cède plus facilement un proton H+. Plus un acide est fort, plus l'équilibre :

$AH \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} H^+ + A^-$ $\quad K_a =$

AH / A^- d- $\quad H_2O / H_3O^+$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



effet de nivellement

$AnH \rightleftharpoons H_3O^+ + An^-$

$A_2H \rightleftharpoons H_3O^+ + A_2^-$

eau → nivellant niveau HO^-

T

$AH + H_2O \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} A^- + H_3O^+$

$K_A = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]}$ ↑ ⇒ K_A ↑ ⇒ pK_a ↓

$pK_a = -\log K_a$

$K_A = \downarrow \frac{[A^-][H_3O^+]}{\uparrow [AH]}$ ⇒ K_A ↓ ⇒ pK_A ↑

H_3O^+ / H_2O

$H_2O / HO^- \rightarrow H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^- \quad K_e = 10^{-14}$

$pK_e = 14$

0 ⇒

14 ⇒

$H_3O^+ / H_2O \rightarrow H_3O^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_2O$

$K_a = 1 \rightarrow -\log 1 = 0$

H_3O^+ / H_2O AH / A^-

K_A

$H_2O / HO^- \rightarrow 2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^- \rightarrow K_e = 10^{-14} \rightarrow pK_e = 14$

$-\log K_A = -\log \left(\frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]} \right)$

$pK_A = -\log[H_3O^+] - \log \frac{[A^-]}{[AH]}$

$pK_A = pH - \log \frac{[A^-]}{[AH]}$ ⇒ $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

$$pH = pK_A + \log \frac{[Base]}{[Acide]}$$

$[Base] \geq 10\,[Acide]$ $\qquad$ $\frac{[Base]}{[Acide]} \geq 10$

$pK_A + \log \frac{[Base]}{[Acide]} \geq \log 10 + pK_a$

$pH \geq pK_A + 1$

$[Base] \leq 10\,[Acide]$

$pK \leq pH - 1$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

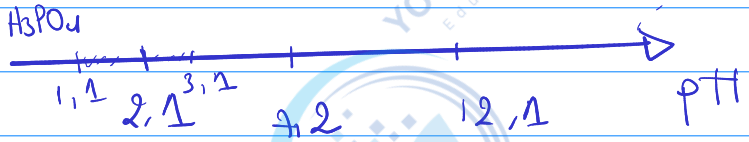
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



application3

Le diagramme de prédominance en espèces acido-basiques dérivées de l'acide phosphorique H_3PO_4. Cet acide est un triacide dont les pK_A relatifs aux couples $H_3PO_4/H_2PO_4^-$, $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ et HPO_4^{2-}/PO_4^{3-} valent respectivement 2,1 ; 7,2 et 12,1.



application4

L'acide formique de formule HCO_2H (noté AH) est un monoacide faible de pK_A égal à 3,8.

1. Dresser le diagramme de prédominance des espèces acido-basiques en fonction du pH de la solution.

2. Calculer le taux de dissociation α de l'acide d'une solution aqueuse d'acide formique dont la concentration initiale est égale à $c_0 = 10^{-1}$ mol·L^{-1}.

3. Quelle est la valeur du pH lue sur un pH-mètre trempé dans la solution précédente ?

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

application5

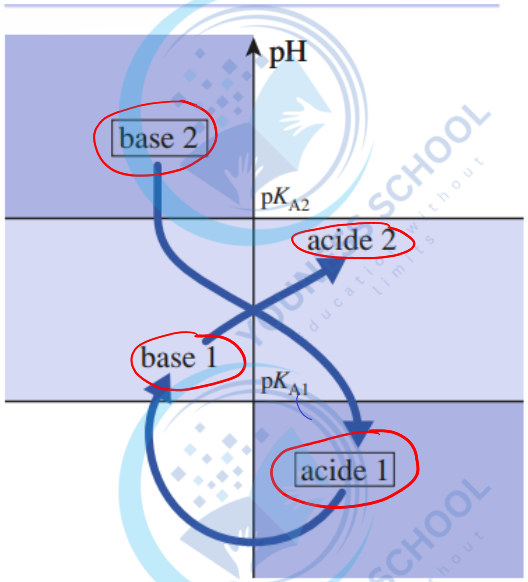
La mesure du pH d'une solution d'acide benzoïque C_6H_5COOH de concentration $10^{-2}\,mol.L^{-1}$ donne $pH = 3,1$. Montrer que cet acide est un acide faible.
Après avoir calculé la concentration des espèces en solution, déterminer $pK_A(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$.

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



réaction quantitative $K \geq 10^4$

A_1 / B_1

A_2 / B_2

$A_1 + B_2 \rightarrow B_1 + A_2$

$K = \frac{[A_2][B_1]}{[A_1][B_2]} \times \frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]}$

$K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} \times \frac{1}{1} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}}$

$K = \frac{10^{-pK_{a1}}}{10^{-pK_{a2}}} \Rightarrow K = 10^{pK_{a2} - pK_{a1}}$

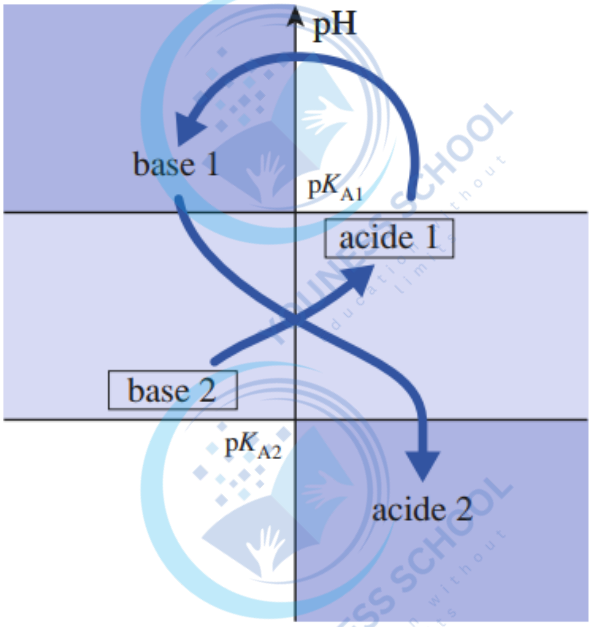
$K = 10^{(pK_{a2} - pK_{a1})} \geq 10^4$

$pK_{a2} - pK_{a1} \geq 4$

Base — Acide

$pK_{a2} - pK_{a1} \geq 4$

Base



Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

application6

1) *On mélange* 10,0 mL *d'une solution d'acide nitreux* HNO_2 *à* 0,020 mol . L^{-1} *et* 10,0 mL *de solution d'ammoniac* NH_3 *à* 0,020 mol . L^{-1}.

Déterminer l'avancement de la réaction à l'équilibre.

Conclure.

Données : $pK_A(CH_3CO_2H/\ CH_3CO_2^-) = 4,7$; $pK_A(NH_4^+/NH_3) = 9,2$; $pK_A(HNO_2/NO_2^-) = 3,2$.

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

(K) $A_1 + B_2 \rightleftharpoons A_2 + B_1$

$$K = \frac{[A_2][B_1][H_3O^+]}{[A_1][B_2][H_3O^+]}$$

$$K_{A_1} = \frac{[B_1][H_3O^+]}{[A_1]}$$

$$K_{A_2} = \frac{[B_2][H_3O^+]}{[A_2]}$$

$$\Rightarrow K = \frac{K_{a_1}}{K_{a_2}}$$

$$K = \frac{10^{-pK_{a_1}}}{10^{-pK_{a_2}}} = 10^{pK_{a_2} - pK_{a_1}}$$

$$\begin{cases} pKa = -\log Ka \\ Ka = 10^{-pKA} \end{cases}$$

$$K \geq 10^4 \Rightarrow pK_{a_2} - pK_{a_1} \geq 4$$

(1) Quasi-total

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

application7



Le sang peut être assimilé à une solution aqueuse ionique dont le pH, d'une valeur voisine de 7,4, est quasiment constant et ne subit que de très faibles variations.
La régulation de ce pH provient essentiellement du couple H_2CO_3/HCO_3^-, dont les deux espèces sont présentes dans le sang.
On donne les valeurs suivantes :
$pK_{a1}\left(H_2CO_3/HCO_3^-\right) = 6,1$ et $pK_{a2}\left(CH_3CH(OH)COOH/CH_3CH(OH)COO^-\right) = 3,9$

1 quelle est la valeur du rapport $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ dans le sang ?

Dans certains cas, après des efforts physiques intenses des crampes apparaissent.il se forme alors dans les muscles de l'acide lactique $CH_3CHOHCOOH$ qui est transféré dans le sang et qui réagit avec les ions hydrogénocarbonates .

2 Ecrire l'équation de la réaction correspondante et déterminer la valeur de sa constante d'équilibre.

3 dans le sang, avant l'effort musculaire les concentrations des différentes espèces sont les suivantes :
$[HCO_3^-] = 2,7.10^{-2} mol.L^{-1}$ et $[H_2CO_3] = 1,4.10^{-3} mol.L^{-1}$.
dans un volume de 100 mL de sang apparait alors après l'effort 3.10^{-4} mol de l'acide lactique. Faire le bilan de matière des différentes espèces présentes dans le sang après l'effort et en déduire alors le pH local du sang. Conclure.
Afin d'éviter cette variation du pH sanguin. Hémoglobine note Hb, ainsi que le phénomène de respiration, interviennent pour éliminer l'excès de dioxyde de carbone dissous (on rappelle que le dihydrogénocarbonate correspond a du dioxyde de carbone dissous dans l'eau)les échanges entre les gaz dissous dans le sang peuvent être modélisés par la réaction d'équation :

$$HbO_2(aq) + CO_2 \rightleftharpoons HbCO_2(aq) + O_2$$

4 Expliquer comment la respiration permet de maintenir constante la valeur du pH sanguine.

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Réaction prépondérante

Classer les couples mis en jeu par les espèces présentes en solution sur un axe vertical gradué en pKa. Encadrer les espèces présentes en quantité non négligeable avant réaction.

↓

Repérer parmi les espèces soulignées l'acide le plus fort et la base la plus forte. Ecrire la réaction entre les deux (c'est la R.P.) et calculer sa constante K

↓

La R.P. n'est pas quantitative (K«1). Simplifier l'équation obtenue, faire un tableau de matière et résoudre

↓

Vérifier la validité des hypothèses de départ.

→

La R.P. est quantitative (K»1). Faire le nouveau bilan des espèces présentes en quantité non négligeable (espèce à "encadrer") et reprendre l'étape 2

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

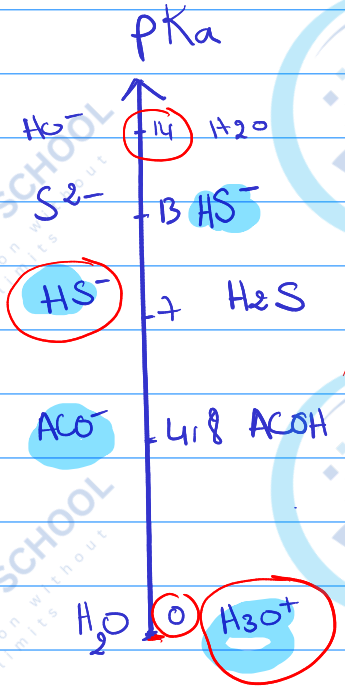
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

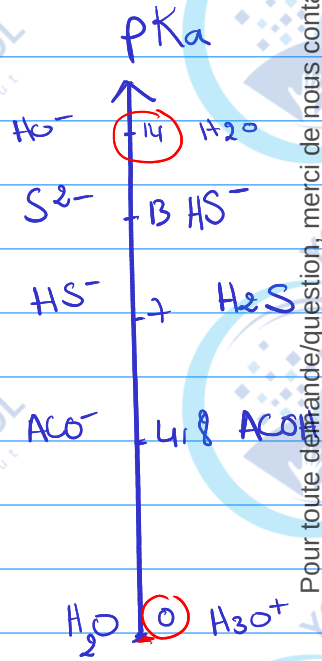
application8

Dans un litre d'eau à 298 K, on introduit 0,15 mol de chlorure d'hydrogène HCl, 0,10 mol d'hydrogénosulfure de sodium NaHS et 0,15 mol d'acétate de sodium CH_3COONa, noté de manière abrégée AcONa. Déterminer la composition du système à l'équilibre chimique.

Données à 298 K : $pK_{A1} = pK_A(H_2S/HS^-) = 7,0$;
$pK_{A2} = pK_A(HS^-/S^{2-}) = 13,0$; $pK_{A3} = pK_A(AcOH/AcO^-) = 4,8$.

$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ $\quad [H_3O^+] = 0,15\ mol/L$
$NaHS \rightarrow Na^+ + HS^-$ $\quad [HS^-] = 0,1\ mol/L$
$AcONa \rightarrow AcO^- + Na^+$ $\quad [AcO^-] = 0,15\ mol/L$





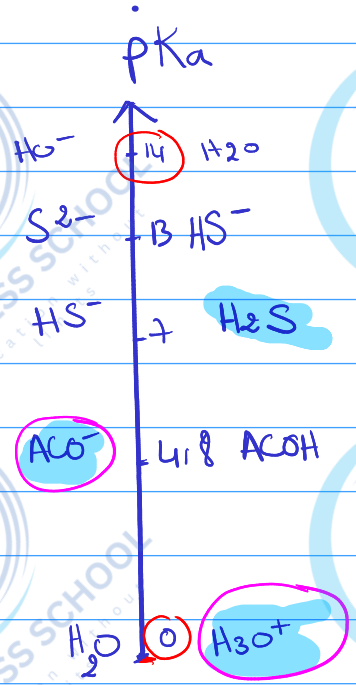
	H_3O^+	+ HS^-	⇌ H_2O	+ H_2S
EI	0,15	0,1	—	0
EF	0,15−0,1	0	—	0,1

$K = 10^{7-0} = 10^7 \gg$
$K \gg 10^4$

$[H_3O^+] = 0,05\ mol/L$
$[H_2S] = 0,1\ mol/L$
$[AcO^-] = 0,15\ mol/L$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



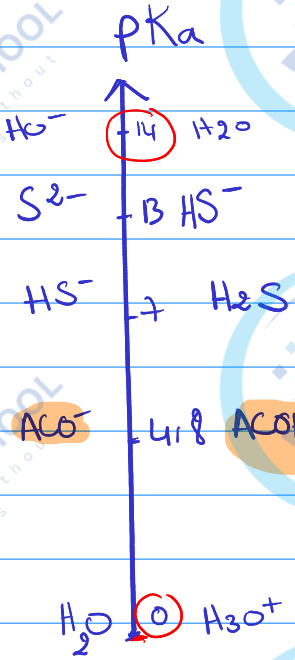
$K = 10^{pKa2 - pKa1} = 10^{4,8}$

$K = 10^{4,8} \gg 10^{4}$

$H_3O^+ + ACO^- \rightleftharpoons H_2O + ACOH$ quasi total

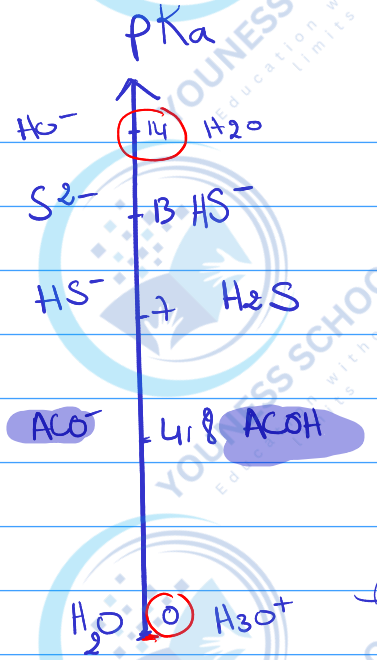
	0,05	0,1		
	$0,05 - x$	$0,1 - x$	—	—
	0	0,1	—	0,05

$x = 0,05$



Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



$ACOH + ACO^- \rightleftharpoons ACOH + ACO^-$

0,01 0,1 ∅ ∅

$K = 1$ { équilibre de contrôle

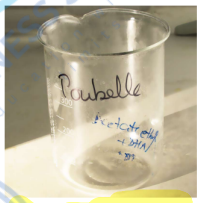
$pH = pKa + \log \frac{[Base]}{[Acide]}$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



Bécher poubelle de paillasse

APPLICATION 9

Calculer le pH d'un Bécher Poubelle de déchets aqueux ??

Dans un litre d'eau, on dissout :

- 0,100 mol de chlorure d'hydrogène HCl ; → H_3O^+
- 0,200 mol d'acide nitreux HNO_2 ; NO_2^-
- 0,100 mol de nitrite de sodium $NaNO_2$;
- 0,100 mol d'ammoniac NH_3 ;
- 0,200 mol d'hydroxyde de sodium NaOH. → OH^-

Déterminer le pH de ce mélange.
Données : $pK_a(HNO_2/NO_2^-) = 3,2$; $pK_a(NH_4^+/NH_3) = 9,2$.

$V = 1\,L$

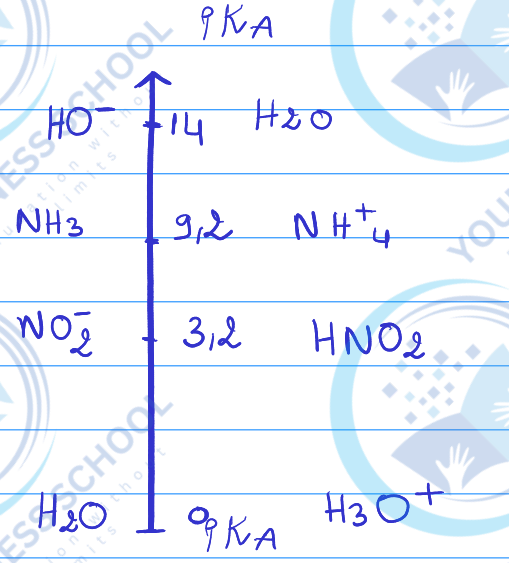
$H_3O^+ : C_0 = 0,1$ mol/L

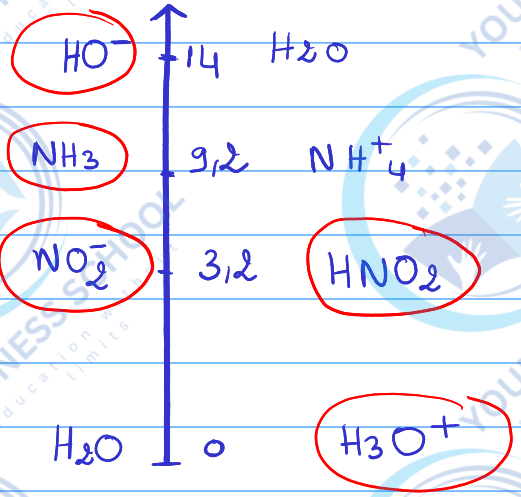
$HNO_2 : 2C_0$

$NH_3 : C_0$

$NO_2^- : C_0$

$HO^- : 2C_0$





$pK_{a2} - pK_{a1}$

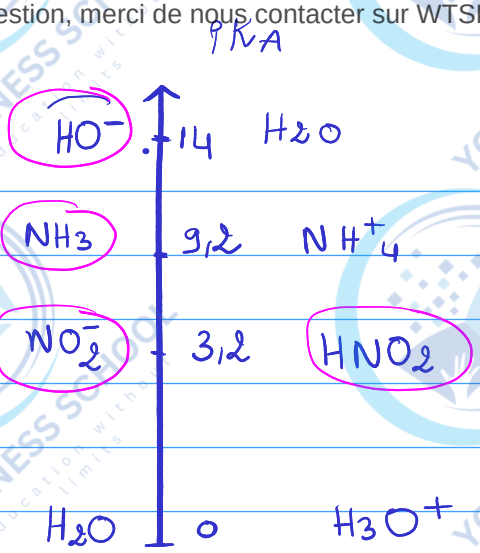
$H_3O^+ + HO^- \rightleftharpoons 2H_2O$ $\quad K_1 = 10^{14-0}$

EI $\quad C_0 \quad 2C_0 \quad — \quad — \quad K_1 = 10^{14}$

$0 \quad 2C_0 - C_0 = C_0 \quad — \quad — \quad K_1 = 10^{14} \gg 1$

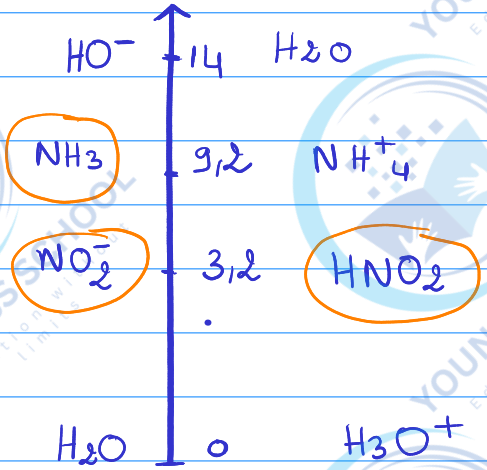
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



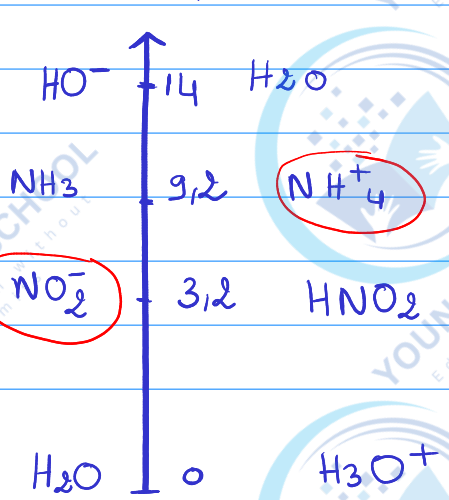
$$HNO_2 + HO^- \rightleftharpoons NO_2^- + H_2O \qquad K_2 = 10^{10,8} \gg 1 \qquad pK_{a2} - pK_{a1} = 3,2$$

	HNO_2	HO^-	NO_2^-	H_2O
EI	$2C_0$	C_0	C_0	—
EF	C_0	0	$2C_0$	—



$$HNO_2 + NH_3 \rightleftharpoons NO_2^- + NH_4^+ \qquad K_3 = 10^{6} \gg 1 \qquad pK_{a2} - pK_{a1} = 9,2 - 3,2$$

	HNO_2	NH_3	NO_2^-	NH_4^+
EI	C_0	C_0	$2C_0$	0
EF	0	0	$3C_0$	C_0



Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

$3,2 - 9,2$

	NH_4^+	+ NO_2^-	→	HNO_2	+ NH_3	$K_4 = 10^{-6}$
EI	C_0	$3C_0$		0	0	$K_4 \ll 1$
EF	$C_0 - \xi$	$3C_0 - \xi$		ξ	ξ	↓ équilibre de contrôle

$$K_4 = \frac{\xi^2}{(C_0 - \xi)(3C_0 - \xi)} = \frac{\xi^2}{C_0 \times 3C_0}$$

$$K_4 = \frac{\xi^2}{3C_0^2} \rightarrow \xi = \sqrt{K_4 \times 3C_0^2} \quad C_0 \ggg \xi$$

$$\xi = 1,73 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Par Relation de Henderson : $pH = pK_a + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$

$$pH = 9,2 + \log \frac{1,73 \times 10^{-11}}{0,1 - 1,73 \times 10^{-4}}$$

$$\boxed{pH \simeq 5,96}$$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Diagramme de distribution

$\% \rightarrow f(pH)$

une solution monoacide HA $\rightarrow Ka$, C

HA se répartit entre HA et A^-

$\% [HA] = f(pH)$

$\% [A^-] = f(pH)$

$C = [HA] + [A^-]$

$C = [HA]\left(1 + \frac{[A^-]}{[HA]}\right)$

$Ka = \frac{[A^-] \times h}{[HA]}$

$C = [HA]\left(1 + \frac{Ka}{h}\right)$

$\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{Ka}{h}$

$\% [HA] = \frac{[HA]}{C} = \frac{1}{1 + \frac{Ka}{h}}$

$h = 10^{-pH}$

$$\% [HA] = \frac{h}{h + Ka}$$

$\% [A^-]$

$C = [A^-]\left(\frac{[HA]}{[A^-]} + 1\right)$

$C = [A^-]\left(\frac{h}{Ka} + 1\right)$

$\% [A^-] = \frac{[A^-]}{C} = \frac{1}{\frac{h}{Ka} + 1}$

$$\% [A^-] = \frac{Ka}{h + Ka}$$

Diacide $H_2A \xrightarrow{Ka_1} HA^- \xrightarrow{Ka_2} A^{2-}$

Ka_1

$h = pH$

H^+

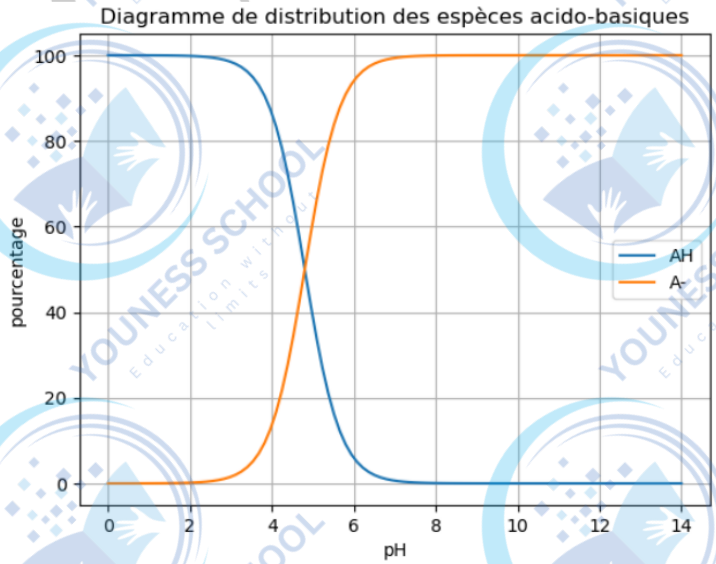
$C = [H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}]$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Diagramme de distribution:

```python
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np # Entrée de la valeur du pKA.
pKA = float(input("Quelle est la valeur du pKA du couple étudié ?"))
# Définition des fonctions alpha(pH) et beta(pH) en multipliant par 100
# pour avoir un pourcentage.
def alpha(pH):
    return 100 / (1 + 10**(pH - pKA))
def beta(pH):
    return 100 / (1 + 10**(pKA - pH))
# Tracé des courbes.
pH = np.linspace(0, 14, 100)
plt.plot(pH, alpha(pH),label = "AH")
plt.plot(pH, beta(pH), label = "A-")
# Indication des grandeurs portées sur les axes.
plt.xlabel('pH')
plt.ylabel('pourcentage')
plt.legend()
plt.title('Diagramme de distribution des espèces acido-basiques')
plt.grid()
plt.show()
```



si intersection

$pH = pKa + \log \frac{[B]}{[A]}$

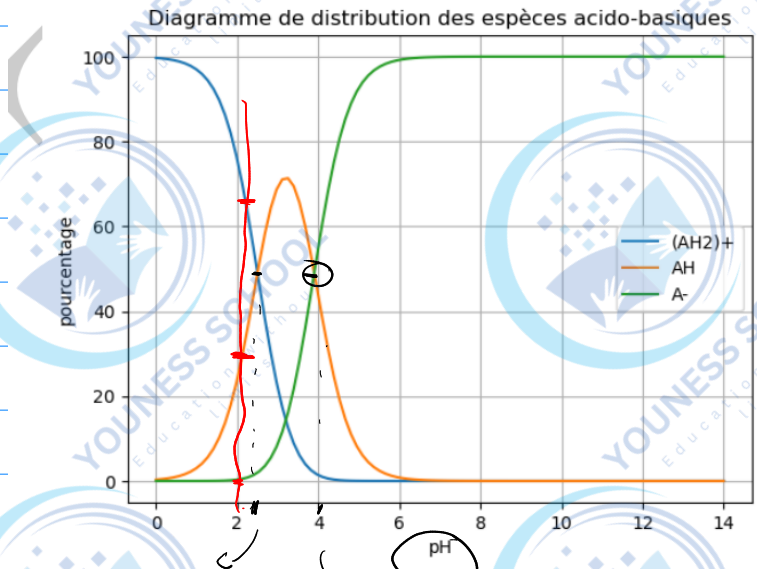
Ka_1

Ka_2

$pH = pKa +$

$100\% = [AH] + [A^-]$

$\ll 1$



$pH_i = 2$

pourcentage

pKa_1 pKa_2

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

quelques calcules de pH

Acide fort : $HCl \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$ $\quad pH = -\log C_A$

$\quad\quad\quad

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Acide faible. $HA + H_2O \overset{Ka}{\rightleftharpoons} H_3O^+ + A^-$

autoprotolyse de l'eau : $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^-$

hypothèse 1 : on va négliger l'autoprotolyse de l'eau.

Diagramme de prédominance de l'eau

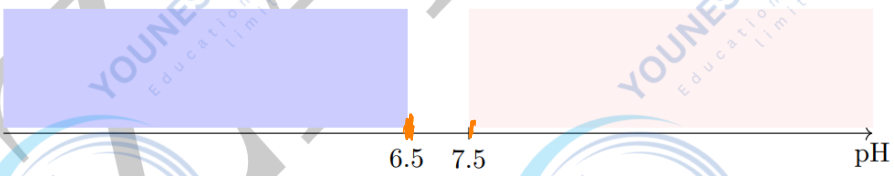
Solution Acide : $[H_3O^+] > 10 \times [HO^-]$

$[H_3O^+][HO^-] = Ke$ $\quad [H_3O^+] > 10 \dfrac{Ke}{[H_3O^+]}$

$[HO^-] > 10[H_3O^+]$ $\quad -[H_3O^+]^2 > 10 \times Ke = 10 \times 10^{-14} = 10^{-13}$

$pH > 7,5$ $\quad [H_3O^+] > \sqrt{10^{-13}}$ $\quad -pH < 6,5$

Solution acide Solution basique



Solution Acide

$pH < 6,5$ (néglige l'autoprotolyse)

hypothèse : Acide relativement faible : limité.

$HA \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$

EI : C — 0 —

EF : C − h — h — h

$C - h \approx C$ $\quad Ka = \dfrac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$

$Ka = \dfrac{h^2}{C}$ $\quad h^2 = Ka \cdot C$

$h = \sqrt{Ka\,C}$

$pH = \frac{1}{2}(pKa + pC)$ $\quad pC = -\log C$

$pH < 6,5$

$pKa - pC \geq 2$

$pH < pKa - 1$ $\quad \hookrightarrow$ Acide

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

APPLICATION 10

Déterminer le pH *d'une solution d'acide nitreux de* $pK_A = 3{,}2$ *et de concentration apportée c :*

1) $c = 0{,}10\ \text{mol.L}^{-1}$;

2) $c = 1{,}0.10^{-3}\ \text{mol.L}^{-1}$.

$pKa - pC = 3{,}2 - (-\log 10^{-1}) = 3{,}2 - 1 > 2$

$pH = \frac{1}{2}(3{,}2 + 1) = 2{,}1 < 6{,}5$

$pKa - pC = 3{,}2 - 3 = 0{,}2 < 2$

$pH = 3{,}3 < 6{,}5$ Acide

2ème cas : l'acide est dilué ; la réaction est peu avancée

$Ka = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{h^2}{c-h}$

$Ka\,c - Ka\,h = h^2$

$h^2 + Ka\,h - Ka\,c = 0$

$pC = -\log C$ $\quad c - h \not\approx c$

$pKa - pC \geq 2$

$pH \geq 7{,}5$

$\frac{1}{2}(pKa + pC)$

équation de 2ème degré

Base faible

$[H_3O^+] = h \Rightarrow [HO^-] = w$

$pH = -\log h \Rightarrow pOH = -\log w$

K_A $\quad K_B$

pK_A $\quad pK_B = pK_e - pK_A$

$$\begin{cases} pOH = \frac{1}{2}(pK_B + pC) \\ w^2 + K_B w - K_B C = 0 \end{cases} \Rightarrow w$$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

$K = \frac{[A^-]}{[HA]}$ ↑ ↓

loi de dilution d'Ostwald

Plus on dilue un acide faible, et plus il se dissocie.
Si bien qu'un acide faible pourra avoir le comportement apparent d'un acide fort en étant quasiment totalement dissocié

C_0 (mol/L)	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
α %	1,3 %	4,0 %	11,8 %	32,7 %

$pH = -\log C$

L'acide est fortement dissocié : $\alpha > 0,9 \Rightarrow h \approx C_A$.
Dans ce cas, l'acide faible se comporte comme un acide fort :

$$h \approx C_A \Rightarrow \text{pH} = -\log C_A$$

Remarque :
Cette relation est valable si $[HA] \leq \frac{[A^-]}{10}$, c'est-à-dire que :

$$\text{pH} > \text{pK}_A + 1 \Rightarrow \text{pK}_A + \log C_A \leq -1$$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

ampholyte espece qui joue le rôle Acide dans un couple 1, le rôle d'une Base dans un autre couple.

H_2A/HA^- $\quad HA^-/A^{2-}$

La réaction (1) : dismutation

$$2HA^- \rightarrow H_2A + A^{2-} \quad K_1$$

$$K_1 = \frac{[A^{2-}][H_2A]h}{[HA^-][HA^-]h} = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} = 10^{-pK_{a2}+pK_{a1}}$$

La Réaction (2) : $HA^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^{2-}$

$$K_2 = K_{a2}$$

La Réaction (3) $HA^- + H_2O \rightleftharpoons HO^- + H_2A$

$$K_3 = \frac{[HO^-][H_2A]h}{[HA^-]h} = \frac{K_e}{K_{a1}}$$

$$K_3 = 10^{-K_e + K_{a1}}$$

La Reaction Prepondérante : K le plus elevé

$K_1 >>> K_2; K_3$

↳ de dismutation.

	$2HA^-$	$\rightleftharpoons$	H_2A	+	A^{2-}
	C		0		0
	$C-x$		x		x

$[H_2A] = [A^{2-}]$

$$K_{a1} \times K_{a2} = \frac{h \times [A^{2-}]}{[HA^-]} \times \frac{h \times [HA^-]}{[H_2A]} = h^2$$

$$\sqrt{K_{a1} \times K_{a2}} = h \Rightarrow pH = \frac{1}{2}(pK_{a1} + pK_{a2})$$ ne dépend pas de la C

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Les tables donnent $pK_{A1}(CO_2/HCO_3^-) = 6,4$ *et* $pK_{A2}(HCO_3^-/CO_3^{2-}) = 10,3$.

1) *Déterminer le* pH *d'une solution d'hydrogénocarbonate de sodium à* $c = 0,10\ mol.L^{-1}$.

2) *Calculer les concentrations de* CO_2 et CO_3^{2-}.

$K_1 = 10^{pKA1 - pKa2}$ $\quad K_2 = Ka_2$ $\quad K_3 = \frac{Ke}{Ka_1}$

$\begin{cases} K_1 = 10^{6,4-10,3} = 10^{-3,9} \\ K_2 = Ka_2 = 10^{-10,3} \\ K_3 = \frac{Ke}{KA_1} = 10^{-14+6,4} = 10^{-7,6} \end{cases}$ La réaction prépondérante

$pH = \frac{1}{2}(pKa_1 + pKa_2) = 8,35$

$2\,HCO_3^- \rightleftharpoons CO_2 + CO_3^{2-}$

EI	C_0	0	0
Ef	$C_0 - 2x$	x	x

$K_1 = \frac{x^2}{(C_0-2x)^2}$ $\quad K \ll 1$ $\quad C_0 - 2x \approx C_0$

$K_1 = \frac{x^2}{C_0^2}$ $\quad x = \sqrt{K_1 C_0^2}$

$x = \sqrt{10^{-3,9} \times 0,1^2} = 1,1 \times 10^{-3}\ M$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

tampon

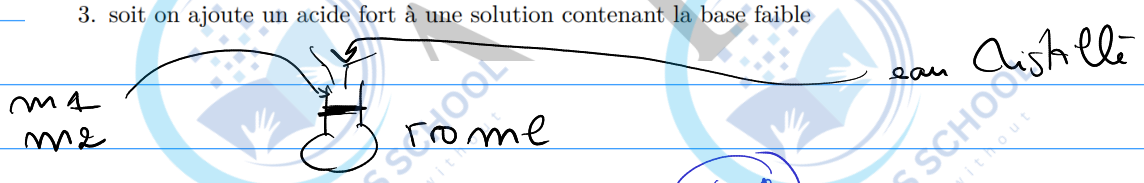
3.3.1 Définition

Une solution tampon est une solution dont le pH ne varie pas ou peu :

1. par ajout modéré d'acide ;
2. par ajout modéré de base ;
3. par dilution.

Une solution doit obligatoirement vérifier ces trois caractéristiques pour être qualifiée de « tampon ».
Si elle ne vérifie que certains critères parmi ces trois,elle s'appelle pseudo-tampon.
Il existe trois façons de préparer un mélange tampon contenant les deux espèces d'un couple acide/base :

1. soit on mélange directement les deux espèces conjuguées en quantités voulues ;
2. soit on ajoute une base forte à une solution contenant l'acide faible pour en transformer une partie en sa base conjuguée ;
3. soit on ajoute un acide fort à une solution contenant la base faible



L'objectif est de constituer une solution tampon de pH = 4,9 et de volume 500 mL.

1. Calculer les masses d'acide éthanoïque (A) et d'éthanoate de sodium (B) à dissoudre dans l'eau pour obtenir le tampon désiré, sachant que la somme des concentrations de A et de B doit valoir $5 \times 10^{-2}\,\text{mol.L}^{-1}$.

$$M(CH_3COOH) = 60\,\text{g.mol}^{-1},\ M(CH_3COONa) = 82\,\text{g.mol}^{-1}$$

pKA = 4,75

Acide [AH]
Base [A⁻]

La Relation de Handerson

$$pH = pKa + \log\frac{[A^-]}{[AH]} \quad \text{ou} \quad \log\frac{[A^-]}{[AH]} = pH - pKa$$

$$\frac{[A^-]}{[AH]} = 10^{pH-pKa}$$

2) conservation de la matière

$$[AH] + [A^-] = C$$

$$\begin{cases} [AH] + [A^-] = C \\ \dfrac{[A^-]}{[AH]} = 10^{pH-pKa} \end{cases} \quad \text{ou} \quad [A^-] = C - [AH]$$

$$\text{ou} \quad \frac{C - [AH]}{[AH]} = 10^{pH-pKa}$$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

$$\frac{C}{[AH]} - 1 = 10^{pH-pKa}$$

$$\frac{C}{[AH]} = 1 + 10^{pH-pKa}$$

$$[AH] = \frac{C}{1+10^{pH-pKa}}$$

$$[A^-] = C - \frac{C}{1+10^{pH-pKa}} = \frac{C + C\times(10^{pH-pKa}) - C}{1+10^{pH-pKa}}$$

$$[A^-] = \frac{C\,10^{pH-pKa}}{1+10^{pH-pKa}} \qquad [i] = \frac{n_i}{V} = \frac{m_i}{MV}$$

$$\begin{cases} m_1 = M_1 \times V \times \dfrac{C}{1+10^{pH-pKa}} \\ m_2 = M_2 \times V \times \dfrac{C \times 10^{pH-pKa}}{1+10^{pH-pKa}} \end{cases}$$

AN :

$$\begin{cases} m_1 = 60 \times 500\times10^{-3} \times 5\times10^{-2} \times \dfrac{1}{1+10^{4,9-4,2}} \\ m_2 = \dots \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} m_1 = 621\ mg \\ m_2 = 1,2 \end{cases}$$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Tableau récapitulatif des solutions et de leur pH

Solution	pH
Acide fort	$pH = -\log[H_3O^+]$
Base forte	$pH = 14 + \log[C_B]$
Acide faible	$pH = \frac{pK_a - \log[C]}{2}$
Base faible	$pH = 14 - \frac{pK_b - \log[C]}{2}$
Mélange : acide fort (AH1) + acide fort (AH2)	$pH = -\log[C_{AH1} + C_{AH2}]$
Mélange : acide fort (AH1) + acide faible (AH2)	$pH \approx -\log[C_{AH1}]$
Mélange : acide faible (AH1) + acide faible (AH2)	$pH = \frac{1}{2} \times (pK_1.pC_1 + pK_2.pC_2)$
Mélange : base forte (B1) + base forte (B2)	$pH = 14 + \log[C_{B1} + C_{B2}]$
Mélange : base forte (B1) + base faible (B2)	$pH = 14 + \log[C_{B1}]$
Mélange : base faible (B1) + base faible (B2)	$\mathrm{pH} = 14 - \log\left(\sqrt{K_{b1} \cdot [B_1]_0} + \sqrt{K_{b2} \cdot [B_2]_0}\right)$
pH amphotère	$pH = \frac{pK_{a1} + pK_{a2}}{2}$
pH Solution tampon	$pH = pK_A + \log\frac{[base]}{acide}$

Co Hamdaoui

$A_1 \rightarrow n_{H_3O^+}$

$A_2 \rightarrow n_{2\,H_3O^+}$

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Titrage acido-basique

Dosage
- ① dosage par étalonnage
- ② Titrage destructive. ↳ Réaction chimique entre le Titré et le Titrant

↓
doser
déterminer n_A

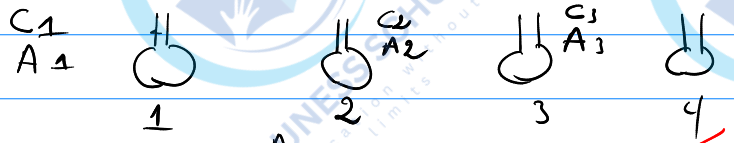
Dosage par étalonnage.

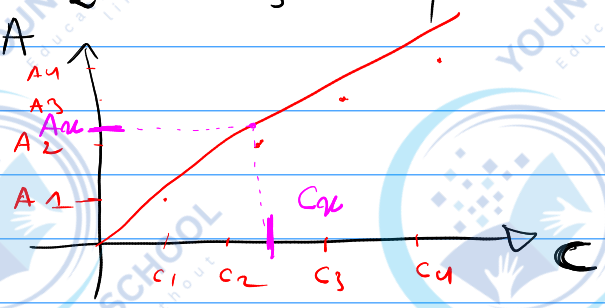
n_A? C_A → A_x ↳ grandeur physique

Absorbance $A = f(c)$

$\varphi = f(c)$

série des étalons.





$A = K \times C$

↳ Titrage : A ↓ V_A, C_A??

B $\begin{cases} C_B \\ V_B \end{cases}$

$\nu_A A + \nu_B B \rightleftharpoons \nu_C C + \nu_D D$

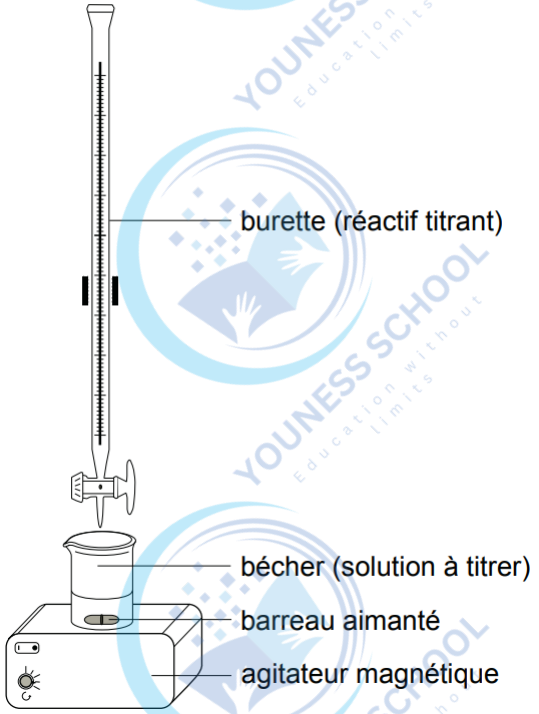
Totale, unique, rapide

↳ Il faut déterminer l'équivalence. $\frac{n_A}{\nu_A} = \frac{n_B}{\nu_B}$

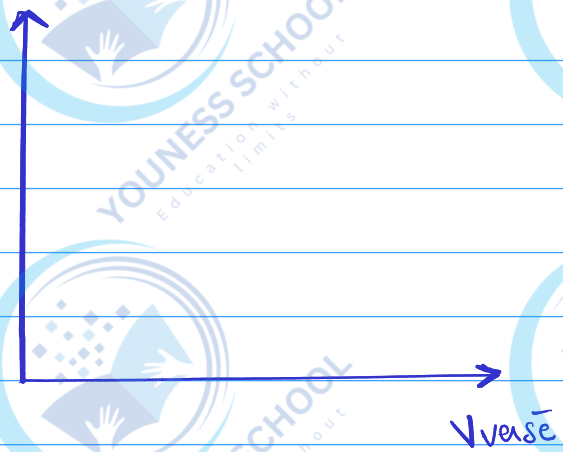
- Colorimétrique : indicateurs colorés
- pH-métrie
- Conductimétrie

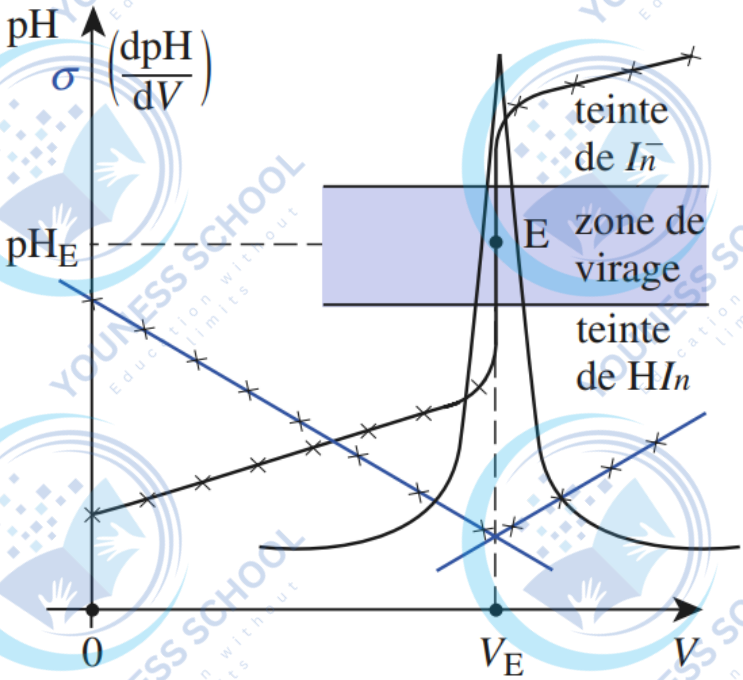
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



Suivie par les 3 méthodes :





Mise en œuvre pratique

1.Mettre en place la burette graduée sur son support, robinet fermé. Placer un bécher « poubelle » sous la burette

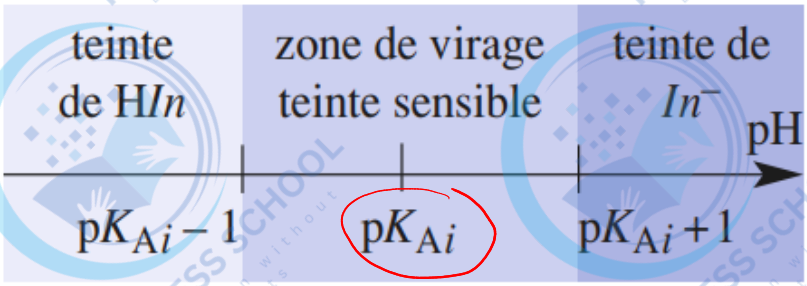
2. Verser dans la burette graduée un peu de solution titrante de concentration connue afin de la rincer, robinet fermé. Vider la burette dans le bécher « poubelle ».

3. La remplir avec la solution titrante, en ayant pris soin de fermer préalablement le robinet.

4. Ajuster le volume de solution titrante au zéro de la graduation, l'excès de solution est récupéré dans le bécher « poubelle ».

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



Un indicateur coloré est constitué par un couple acide-base dont les espèces conjuguées ont des teintes différentes.

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Teinte de la forme basique	pK_a
Hélianthine	rouge	jaune	3,7
Rouge de méthyle	rouge	jaune	5,2
Bleu de bromothymol	jaune	bleu	6,8
Rouge de crésol	jaune	rouge	8
Phénolphtaléine	incolore	rose	9,1

aspect théorique

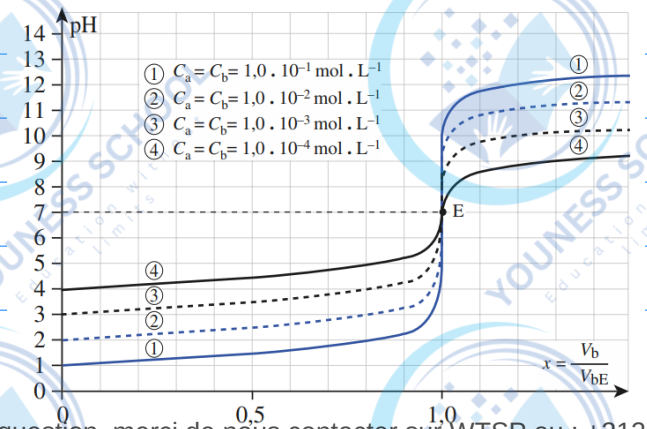
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

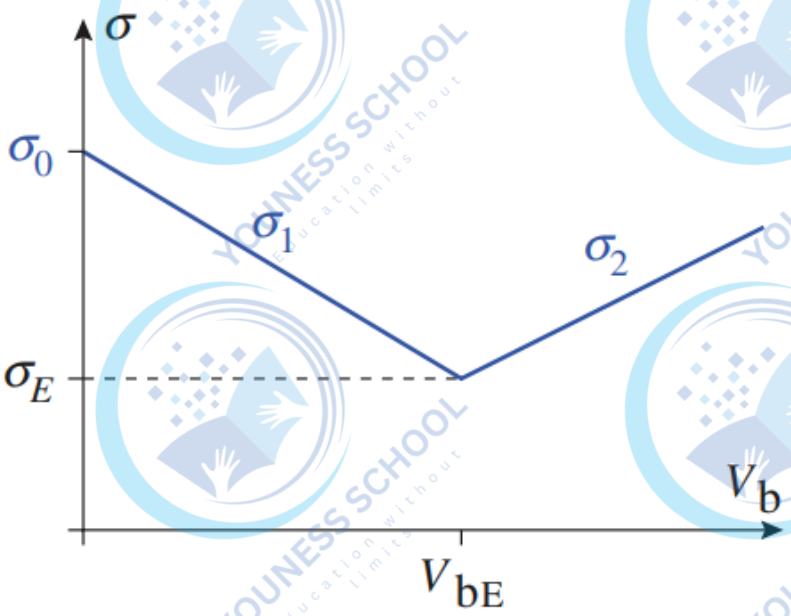
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

ion	λ^0(ms . m^2 . mol^{-1})
H_3O^+	**35,0**
Na^+	5,01
K^+	7,35
NH_4^+	7,34
HO^-	**19,9**
Cl^-	7,63
$CH_3CO_2^-$	4,09

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515



Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515