

Corrigé du sujet de Sciences Physiques Session principale 2012

SECTION : Sciences Expérimentales

CHIMIE

Exercice 1

1. a-
$$[\text{HF}]_0 = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} = \frac{0,2.60}{100} = 12.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HCO}_2^-] = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,2.40}{100} = 8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

b-
$$\pi = \frac{[\text{F}^-][\text{HCO}_2\text{H}]}{[\text{HF}][\text{HCO}_2^-]}$$

c- A $t=0$, $\pi = 0$ est encore inférieure à la constante à l'équilibre K , d'où le système évolue dans le sens 1.

Commentaire: Pour une valeur de π comprise entre 0 et K , la réaction directe est possible spontanément

2. a- pour déterminer le réactif limitant, on dresse le tableau d'avancement volumique du système étudié. Il est conseillé d'écrire sous l'équation de la réaction la composition du système à l'état initial et à un instant quelconque.

Equation de la réaction $\text{HF}_{(\text{aq})} + \text{HCO}_2^- \rightarrow \text{F}^-_{(\text{aq})} + \text{HCO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$					
Etat du système	Avancement	Concentration			
initial	0	12.10^{-2}	8.10^{-2}	0	0
final	y_f	$12.10^{-2} - y_f$	$8.10^{-2} - y_f$	y_f	y_f

On a à la fois les deux conditions suivantes: $12.10^{-2} - y_f \geq 0$ et $8.10^{-2} - y_f \geq 0 \Rightarrow y_f \leq 8.10^{-2}$

La réaction est totale dans le sens(1) avec $y_f = 8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

D'où le réactif limitant ne peut être que $\text{HCO}_2^-_{(\text{aq})}$

b- La constante d'équilibre

$$K = \frac{[\text{F}^-]_{\text{eq}} [\text{HCO}_2\text{H}]_{\text{eq}}}{[\text{HF}]_{\text{eq}} [\text{HCO}_2^-]_{\text{eq}}} = \frac{y_f^2}{(12.10^{-2} - y_f)(8.10^{-2} - y_f)} = 4,1, K = 4,1$$

3. a- méthode 1: $\pi = \frac{n(f) n(\text{HCO}_2)}{[(\text{HF}) + n(\text{HF})_{\text{aj}}] n(\text{HFCO}_2)} < K$ d'où le système évolue dans le

sens 1

méthode 2: On suppose que l'ajout de HF se fait sans variation de volume, ($[\text{HF}]$ augmente), d'après la loi de modération, l'équilibre se déplace dans le sens pour diminuer la perturbation provoquée (c.-à-d. le système évolue dans le sens pour l'augmentation des concentrations des produits obtenus), celui qui correspond au sens 1.

b-

$\text{HF}_{(\text{aq})} + \text{HCO}_2^{-}_{(\text{aq})} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} \text{F}^{-}_{(\text{aq})} + \text{HCO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$				
A t=0	$5,98 \cdot 10^{-2}$	$1,67 \cdot 10^{-2}$	$6,17 \cdot 10^{-2}$	$6,17 \cdot 10^{-2}$
A t _{équilibre}	$6,09 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}}$	$1,67 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}}$	$6,17 \cdot 10^{-2} + y_{\text{eq}}$	$6,17 \cdot 10^{-2} + y_{\text{eq}}$

Sachant que $K = \frac{[\text{F}^{-}]_{\text{aq}} [\text{HCO}_2\text{H}]_{\text{aq}}}{[\text{HF}]_{\text{aq}} [\text{HCO}_2^{-}]_{\text{aq}}} = \frac{(6,17 \cdot 10^{-2} + y_{\text{eq}})^2}{(5,98 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}})(1,67 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}})} \approx 4,1$.

⇒ la composition du mélange est :

$[\text{HF}] = 5,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, $[\text{HCO}_2^{-}] = 1,55 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, $[\text{F}^{-}] = 6,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, $[\text{HCO}_2\text{H}] = 6,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

Exercice 2:

1. a- A l'équivalence, on a $C_1 V_A = C_B V_{\text{BE1}}$ (1)

$$C_3 V_A = C_B V_{\text{BE3}} \quad (3)$$

$$\frac{(1)}{(3)} \Rightarrow \frac{C_1}{C_3} = \frac{V_{\text{BE1}}}{V_{\text{BE3}}} = 1 \Rightarrow C_1 = C_3$$

b- les solutions (S₁) et (S₃) ont la même concentration, l'acide le plus fort est celui dont la solution a le pH le plus faible. Donc, l'acide **A₃H** est plus fort que l'acide **A₁H**.

2. a- $C_2 V_A = C_B V_{\text{BE2}}$ (2), du rapport $\frac{(2)}{(3)}$; on obtient $\frac{C_2}{C_3} = \frac{V_{\text{BE2}}}{V_{\text{BE3}}} = 5$. D'où $C_2 = 5C_3$

b- Les solutions d'acides **A₂H** et **A₃H** ont même **pH=2** et $C_2 > C_3$; l'acide le plus fort est celui qui a la concentration la plus faible. Donc, l'acide **A₃H** est plus fort que **A₂H**. **Finalement** l'acide **A₃H** est plus fort que **A₂H** et que **A₁H**.

3. La dilution au dixième augmente le pH de (S₃) d'une unité, donc **A₃H** est un **acide fort**. $\text{pH} = -\log C$, $\text{pH}' = -\log C' = -\log \frac{C}{10} = \text{pH} + 1$ et cette justification est vérifiée pour le cas de l'acide **A₃H**.

Le pH des solutions (S'₁) et (S'₂) augmente de **0,5**.

Donc les acides **A₁H** et **A₂H** sont des acides faibles. Alors l'acide **A₃H** est plus fort que **A₁H** et **A₂H**.

4.a- $\text{pH}_3 = -\log C_3 \Rightarrow C_3 = 10^{-\text{pH}_3} = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

b- La relation (3) donne $C_B = \frac{C_3 V_A}{V_{\text{BE3}}} = \frac{10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

5.a- les valeurs des concentrations des deux autres solutions

Etant donné que $C_1 = C_3$, or $C_3 = 10^{-\text{pH}3} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ d'où $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$;
et $C_2 = 5.C_3 = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

b-Méthode 1 : Les deux acides A_1H et A_2H sont faibles car : $ka_1 = 1,6 \cdot 10^{-5}$ et
 $ka_2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow ka_1$ est inférieure à ka_2 ; donc l'acide A_1H est
plus faible que l'acide A_2H car il a le K_a le plus faible.

Commentaire:

Pour établir les expressions de ka_1 et ka_2 , on applique la loi d'action de masse.
La force d'un acide AH et celle de sa base conjuguée, sont liées et varient en sens
inverse. La constante K_a ou le pK_a suffit pour caractériser la force d'un couple
acide/base.

Méthode 2: $\text{pH}_1 = 3,4 > -\log C_1 = 2$

$\text{pH}_2 = 2 > -\log C_2 = 1,3$

On peut donc écrire :

$\text{pH}_1 = \frac{1}{2}(\text{p}ka_1 - \log C_1) \Rightarrow \text{p}ka_1 = 2\text{pH}_1 + \log C_1 = 4,8$

$\text{pH}_2 = \frac{1}{2}(\text{p}ka_2 - \log C_2) \Rightarrow \text{p}ka_2 = 2\text{pH}_2 + \log C_2 = 2,7$

$\text{p}ka_2$ est inférieure à $\text{p}ka_1 \Rightarrow ka_1$ est inférieure à ka_2 ; donc l'acide A_1H
est plus faible que l'acide A_2H car il a le K_a le plus faible.

PHYSIQUE

Exercice 1 :

1. a- la courbe C_1 est le chronogramme de $u(t)$ car il correspond à $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$
avec ($\varphi_u = 0$) ; la courbe est croissante à partir de 0.

Méthode 2: $u(t)$ est toujours en avance de phase par rapport à $u_c(t)$

$$\text{b- } |\varphi_{u_c} - \varphi_u| = \omega\theta = \frac{2\pi T}{4} = \frac{\pi}{2}; \quad \varphi_{u_c} - \varphi_u = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

u_c est en quadrature retard par rapport à u ; donc i est en phase avec u .

$\Rightarrow$ le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

$$\text{c- } L(2\pi N_1)^2 C = 1 \Rightarrow N_1^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \rightarrow N_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{A.N : } N_1 = 752,3 \text{ Hz}$$

$$\text{d- } U_m = Z I_m = (R_0 + r) I_1 \sqrt{2} = 41. 0,207 \sqrt{2} = 12V$$

$$(U_c)_m (Z_c) I_{1m} = \frac{1}{C\omega_1} I_{1m} = \frac{1}{C2\pi N_1} I_1 \sqrt{2} \Rightarrow (U_c)_m = 22,1V$$

$$\text{2. a- } q(t) = Q_m \sin(\omega t + \varphi_q), i = \frac{dq}{dt} \rightarrow q = \int i dt = \int I_m \sin(\omega t + \varphi_i) dt$$

$$\Rightarrow q = \frac{I_m}{\omega} \sin(\omega t + \varphi_i - \frac{\pi}{2}). \text{ Donc } Q_m = \frac{I_m}{2\pi N}$$

b- On a $I_m = \frac{U_m}{Z}$. D'où $Q_m = \frac{U_m}{2\pi N \sqrt{(R_0 + r)^2 + (2\pi N L - \frac{1}{2\pi N C})^2}}$

Ce qui donne $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R_0 + r)^2 4\pi^2 N^2 + (4\pi^2 N^2 L - \frac{1}{C})^2}}$;

Pour $\omega = 2\pi N$; on aura $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R_0 + r)^2 \omega^2 + (\omega^2 L - \frac{1}{C})^2}}$; $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{g(\omega)}}$

Avec $g(\omega) = (R_0 + r)^2 \omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2$. La résonance de charge a lieu lorsque

Q_m est maximale, c'est-à-dire $g(\omega)$ est minimale $\Rightarrow \frac{d(g(\omega))}{d\omega} = 0$;

$\frac{dg(\omega)}{d\omega} = 2\omega \left[(R_0 + r)^2 - 2\frac{L}{C} + 2L^2\omega^2 \right]$. Comme ω est différente de 0 ;

$\frac{d(g(\omega))}{d\omega} = 0$ lorsque $(R_0 + r)^2 - 2\frac{L}{C} + 2L^2\omega^2 = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} - \frac{(R_0 + r)^2}{2L^2} = \omega_r^2$
 $\Rightarrow \omega_r^2 = \omega_0^2 - \frac{(R_0 + r)^2}{2L^2}$

Ce qui donne par la suite $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{(R_0 + r)^2}{8\pi^2 L^2}}$

La fréquence $N_1 = N_0$, or N_r est inférieure à N_0 ; il faut donc diminuer N_1

3. Les oscillations électriques qui s'établissent sont pseudopériodiques

Les propriétés distinguant ces oscillations sont :

- Libres : absence du générateur ;
- Amorties : présence de résistor dans le circuit

Exercice 2 :

1.a- Cordes vocales

b- Les premières molécules touchées répercutent cette vibration aux suivantes. Comme on peut justifier notre réponse par la phrase suivante: «elles génèrent des ondes....à proximité»

2. Les ondes se propagent dans l'hélium.

Le terme était donc « se déplacent », le terme adéquat « se déplacent»

3. Le timbre de la voix du chanteur n'est pas le même puisque les milieux de propagation ne sont les mêmes, ce qui fait que les sons émis n'ont pas la même fréquence lorsqu'ils traversent l'hélium ou l'air, la célérité de propagation

n'étant pas la même.

Commentaires:

le timbre est l'ensemble des harmoniques avec le son fondamental. Cela constitue donc un nombre infini de possibilités. Le timbre de la flûte est essentiellement différent de celui du hautbois.

Le timbre est la sensation permettant de distinguer deux sons d'intensité et de hauteur égale.

Exercice 3:

1. **a-** Le spectre de l'atome d'hydrogène est discontinu car il renferme un nombre limité de raies entre lesquels, il y a du noir ; c'est-à-dire absence de la lumière.
b- Spectre d'émission car il est de raies colorées.
2. Quantifiée : signifie que l'énergie prend une suite de valeurs discrètes.
3. **a-** En passant du niveau E_5 au niveau E_2 ; l'atome d'hydrogène perd de l'énergie car E_2 est supérieure à E_5 vu que

$$\Delta E = E_5 - E_2 = \frac{hc}{\lambda} > 0$$

b- La longueur d'onde λ , sachant que

$$\Delta E = E_5 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{5,2}} \rightarrow \lambda_{5,2} = \frac{hc}{E_5 - E_2}$$

$\lambda = 434\text{nm}$, couleur indigo

4. La transition qui amène l'atome d'hydrogène au niveau d'énergie E_2

$$\Delta E = E_n - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{n,2}} \rightarrow E_n - E_2 = -0,85\text{eV} \Rightarrow n = 4$$

5. L'atome d'hydrogène est ionisée pour E_n nulle c'est-à-dire $n \rightarrow \infty$, d'où $E_n - E_0 = +13,6\text{eV}$ (énergie d'ionisation).