

Corrigé bac 2016 - Série C

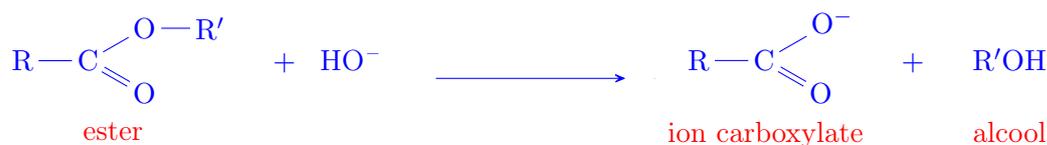
CHIMIE 8 points

Partie A : vérification des connaissances

1 Question à alternative vrai ou faux

1. a. Vrai

La réaction de saponification résulte de l'action de l'ion hydroxyde HO^- sur un ester. Elle conduit à la formation d'un alcool et d'un ion carboxylate, base conjuguée d'un acide carboxylique.



La réaction de saponification est **lente** et **totale**.

1. b. Faux

Considérons un acide faible de concentration C . Son pH est donné par l'expression :

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C).$$

Diluons cette solution d'acide faible (en rajoutant de l'eau distillée). Notons par pH' , le potentiel hydrogène de la solution diluée et C' sa concentration avec $C' = \frac{C}{N}$ où $N > 1$ est le facteur de dilution.

Sachant que le pK_a ne varie pas avec la dilution mais dépend uniquement de la température, on a :

$$\begin{aligned}
 \text{pH}' &= \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C') \\
 &= \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log \frac{C}{N}) \\
 &= \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C + \log N) \\
 &= \text{pH} + \frac{1}{2} \log N
 \end{aligned}$$

On en déduit que : $\text{pH}' > \text{pH}$

2 Texte à trous

Une **réaction** d'oxydoréduction est une réaction de **transfert** d'électrons au cours de laquelle il y a simultanément **oxydation** du réducteur et **réduction** de l'oxydant.

3 Appariement

$a_1 = b_3$

C'est l'énergie nécessaire pour ioniser un atome d'hydrogène à partir de son niveau fondamental c'est à dire pour arracher un électron de l'atome d'hydrogène à partir de son niveau fondamental. Sa valeur est égale à 13,6 eV.

$a_2 = b_2$

Toute particule de masse m au repos, possède une énergie $E_0 = mc^2$. Cette relation traduit l'équivalence de la masse et de l'énergie.

$a_3 = b_4$

Une pile Daniell cuivre-zinc est un dispositif électrochimique constitué de deux demi-piles reliées par un pont salin constitué ici de la solution du nitrate d'amonium.

L'une des demi-piles est constituée d'une électrode de cuivre plongée dans une solution de sulfate de cuivre $CuSO_4$. La seconde demi-pile est constituée d'une électrode de zinc plongée dans une solution de sulfate de zinc $ZnSO_4$.

Dans la demi-pile de gauche, les atomes de zinc de l'électrode vont libérer des électrons. On a donc la demi-équation d'oxydoréduction suivante : $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$.

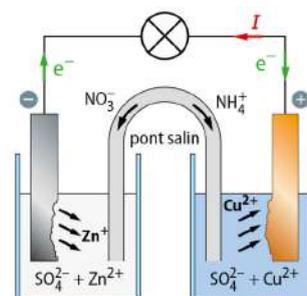
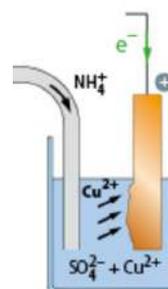
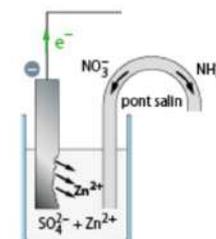
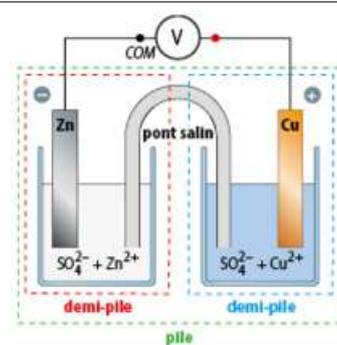
La solution étant devenue ionisée, des ions NO_3^- du pont salin vont alors migrer vers cette solution afin d'assurer l'électroneutralité.

Dans la demi-pile de droite, les ions Cu^{2+} présents dans la solution vont capter les électrons libérés par l'électrode de zinc. On a donc la demi-équation d'oxydoréduction suivante : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$. La solution étant devenue ionisée, les ions NH_4^+ du pont salin vont alors migrer vers la solution pour d'apporter l'électroneutralité. Il y a dépôt du cuivre solide sur l'électrode.

Le zinc fournit les électrons, il s'oxyde. Il forme le pôle négatif : c'est l'anode.

Le cuivre accepte les électrons. Il se réduit. Il forme le pôle positif : c'est la cathode.

La force électromotrice de cette pile est donnée par la relation : $E^0(Cu^{2+}/Cu) - E^0(Zn^{2+}/Zn)$

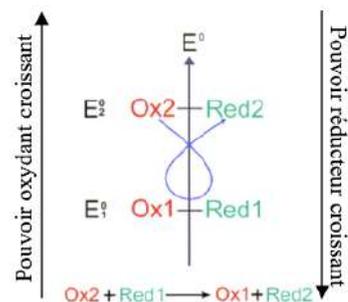


VALÉRIEN EBERLIN
[HTTP://MATHS.CONGO.FREE.FR](http://maths.congo.free.fr)
 2022

$$a_4 = b_1$$

Le potentiel redox $E^\circ(\text{Ox}/\text{Red})$ d'un couple oxydant/réducteur est une grandeur exprimée en **Volts (V)** qui permet de caractériser la force d'un oxydant ou d'un réducteur dans les conditions standard.

Plus $E^\circ(\text{Ox}/\text{Red})$ est élevé, plus le pouvoir oxydant de l'espèce Ox est élevé et plus le pouvoir réducteur de l'espèce Red est faible. L'oxydant le plus fort réagissant sur le réducteur le plus fort, on peut prévoir les réactions redox qui auront lieu.



Partie B : application des connaissances

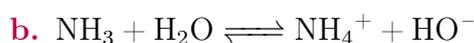
- 1 a.** Le nombre de moles n du gaz ammoniac NH_3 contenus dans le volume V_1 est égal au nombre de moles du gaz ammoniac contenus dans la solution S_1 de volume $V_{S_1} = 2 \text{ L}$. Notons par C_{S_1} , la concentration de la solution S_1 .

On a, dans les C.N.T.P : $n = \frac{V_1}{V_m}$.

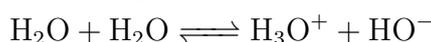
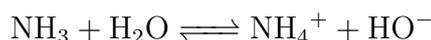
Sachant que $C_{S_1} = \frac{n}{V_{S_1}}$, on en déduit que $\frac{V_1}{V_m} = C_{S_1} \times V_{S_1}$.

D'où $V_1 = V_m \times C_{S_1} \times V_{S_1}$.

A.N : $V_1 = 22,4 \times 2,08 \cdot 10^{-4} \times 2 = 9,3 \cdot 10^{-3} \approx 10^{-2} \text{ L}$.



- c.** L'ammoniaque étant une base faible, sa dissociation dans l'eau est limitée. Ainsi, l'eau présente en excès, est le siège de la réaction d'autoprotolyse :



Inventaire des espèces présentes

Les espèces présentes dans la solution aqueuse sont :

- Les ions : H_3O^+ ; HO^- ; NH_4^+ .
- Les molécules : NH_3 ; H_2O .

Calcul de $[\text{H}_2\text{O}]$

Dans une solution aqueuse diluée, les molécules d'eau sont largement majoritaires par rapport aux autres espèces. On peut donc considérer la concentration de l'eau comme une constante valant :

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{n_{\text{eau}}}{V_{\text{eau}}} = \frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{H}_2\text{O}} \times V_{\text{eau}}} = \frac{\rho_{\text{eau}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \frac{1000}{18} = 55,6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Calcul de $[\text{H}_3\text{O}^+]$

On a : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$.

$$\text{A.N : } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9,7} = 2.10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Calcul de $[\text{HO}^-]$

D'après la formule du produit ionique de l'eau : $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-] = K_e$, on en déduit

$$\text{que } [\text{HO}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\text{A.N : } [\text{HO}^-] = \frac{10^{-14}}{2.10^{-10}} = 5.10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Calcul de $[\text{NH}_4^+]$

D'après la condition d'électroneutralité (toute solution aqueuse est électriquement neutre), on a

$$[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{HO}^-]$$

Or $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{HO}^-]$ car la solution est basique.

On en déduit que $[\text{NH}_4^+] = [\text{HO}^-]$.

$$\text{D'où } [\text{NH}_4^+] = 5.10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Calcul de $[\text{NH}_3]$

D'après le principe de la conservation de la matière :

$$C_{S_1} = [\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+]$$

$$\text{D'où } [\text{NH}_3] = C_{S_1} - [\text{NH}_4^+].$$

$$\text{A.N : } [\text{NH}_3] = 2,08.10^{-4} - 5.10^{-5} = 1.58.10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

- d. De la définition de la constante d'acidité $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{base}]}{[\text{acide}]}$, on en déduit que le pKa du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ est : $\text{pKa} = \text{pH} - \log \left(\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}\right)$.

$$\text{A.N : } \text{pKa} = 9,7 - \log \left(\frac{1.58.10^{-4}}{5.10^{-5}} \right) = 9,2.$$

- 2** a. Comme le pH étant égal au pKa, les espèces acide et basique ont la même concentration en solution. **S_2 est une solution tampon.**

En milieu aqueux, l'acide chlorhydrique se dissocie totalement en ions hydronium et en ions chlorure : $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$.

En ajoutant une petite quantité d'acide chlorhydrique dans la solution S_2 , les molécules d'ammoniac NH_3 , en excès dans le mélange, réagissent avec les ions hydronium pour former des ions ammonium NH_4^+ et ramener la concentration d'ions hydronium presque à sa valeur initiale : $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(l)$.

La concentration en ions hydronium demeure donc inchangée par ajout de faible quantité d'acide chlorhydrique. D'où S_2 est une solution tampon.

- b. $\text{pH} = \text{pKa}$ à la demi-équivalence. C'est le point où le nombre de moles de l'acide chlorhydrique ajouté est tout juste égal à la moitié du nombre de moles d'ammoniac au départ.

$$n(\text{HCl, introduit à la demi-équivalence}) = \frac{n(\text{NH}_3, \text{ initialement présent})}{2}$$

$$C_{\text{HCl}} \times V = \frac{C_{S_1} \times V'_{S_1}}{2} \quad \text{avec} \quad V'_{S_1} = 20 \text{ mL} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

$$V = \frac{C_{S_1} \times V'_{S_1}}{2 \times C_{\text{HCl}}}$$

$$\underline{\text{A.N}} : V = \frac{2,08 \cdot 10^{-4} \times 20 \cdot 10^{-3}}{2 \times 4,16 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL.}$$

PHYSIQUE

2022 points

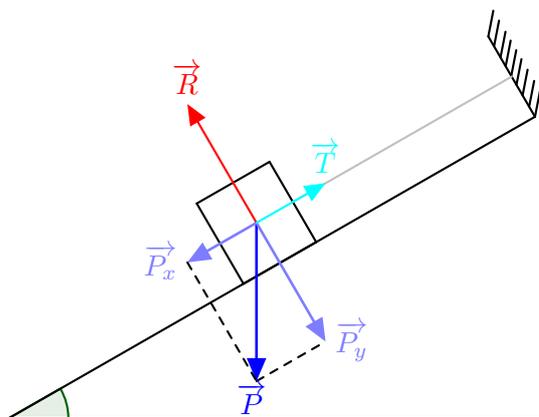
VALÉRIEN EBERLIN
[HTTP://MATHS.CONGO.FREE.FR](http://maths.congo.free.fr)
 2022

Partie A : vérification des connaissances

1 Questions à réponse courte

Dans un phénomène d'interférence, l'interfrange est la distance constante qui sépare deux franges brillantes (ou sombres) consécutives.

2 Schéma à compléter



3 Réarrangement

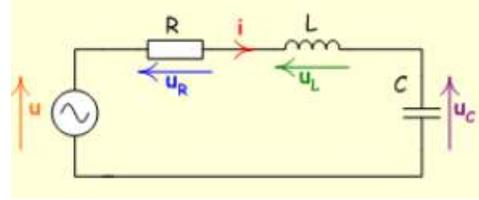
Dans un circuit capacitif, l'impédance du condensateur est supérieure à l'impédance de la bobine.

VALÉRIEN EBERLIN
[HTTP://MATHS.CONGO.FREE.FR](http://maths.congo.free.fr)
 2022

L'impédance électrique mesure l'opposition d'un circuit électrique au passage d'un courant alternatif sinusoïdal. L'impédance d'un circuit composé d'une résistance R , d'une bobine de réactance inductive X_L et d'un condensateur de réactance capacitive X_C est donnée par la formule :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Le circuit est dit capacitif si $X_C > X_L$ et inductif si $X_L < X_C$.



Partie B : application des connaissances

- 1 a.** De la relation : $U(t) = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V), on en déduit que $U_{\max} = 220\sqrt{2}$ V.
D'où $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = 220$ V.

Or $U_{\text{eff}} = Z \cdot I_{\text{eff}}$. D'où $Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$.

A.N : $Z = \frac{220}{2} = 110$ V.

- b.** Sachant que $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}$, on en déduit que : $(R+r)^2 = Z^2 - (L\omega)^2$.
D'où $r = \sqrt{Z^2 - (L\omega)^2} - R$.

A.N : $r = \sqrt{110^2 - (0,25 \times 100\pi)^2} - 50 = 27 \Omega$.

- c.** La puissance moyenne ou encore puissance active est donnée par la formule :

$$P_{\text{moy}} = (R+r) I_{\text{eff}}^2$$

A.N : $P_{\text{moy}} = (50 + 27) \times 2^2 = 308$ W.

- 2 a.** L'intensité efficace est maximale si l'impédance $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ est minimale. Cela implique que les effets des réactances inductive et capacitive s'annulent. **Le circuit est en résonance.** Autrement dit : $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ ou encore $C = \frac{1}{L\omega^2}$.

A.N : $C = \frac{1}{0,25 \times (100\pi)^2} = 4 \cdot 10^{-5}$ F.

- b.** Comme le circuit est en résonance, $Z = R+r$.

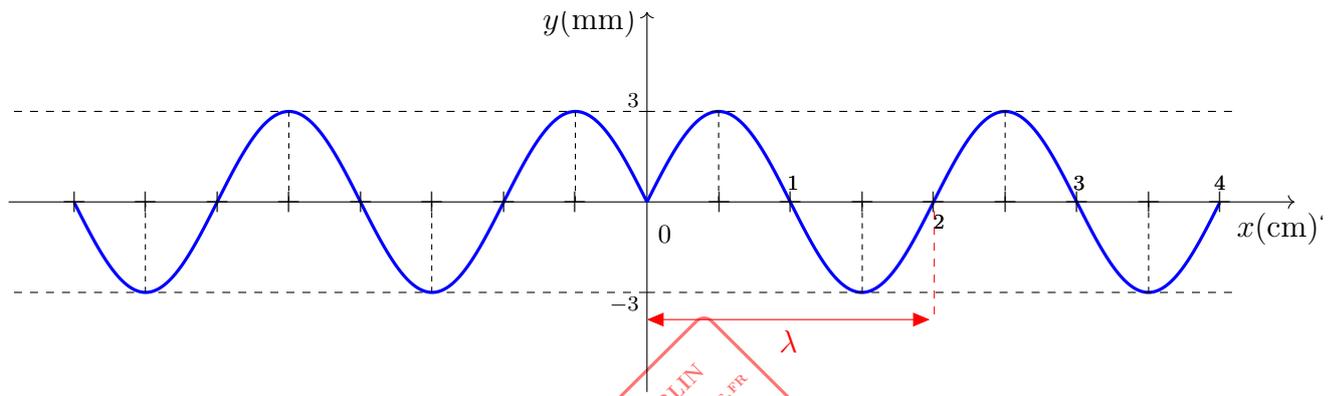
A.N : $Z = 50 + 27 = 77 \Omega$.

- c.** Comme le circuit est en résonance, $i(t)$ et $u(t)$ sont en phase.

D'où : $i(t) = I_{\text{eff}}\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ avec $I_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}}{R+r}$.

A.N : $i(t) = \frac{U_{\text{eff}}}{R+r}\sqrt{2}\cos(100\pi t) = \frac{220}{77}\sqrt{2}\cos(100\pi t) = 2,86\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

Partie C : résolution d'un problème



- 1**
- Par lecture graphique, l'amplitude $a = 3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.
 - La longueur d'onde λ est la distance parcourue par l'onde en une période. D'où $\lambda = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.
 - On sait que $N = \frac{1}{T}$ et $c = \frac{\lambda}{T}$. D'où : $c = \lambda N$.
A.N : $c = 2 \cdot 10^{-2} \times 50 = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 2** L'équation horaire du mouvement du point S est de la forme :

$$y_S(t) = a \sin(\omega t + \varphi) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(2\pi N t + \varphi) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t + \varphi)$$

Comme $y_S(0) = 0$, alors $\sin \varphi = 0$. On en déduit que $\varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$.

Déterminer la valeur de φ qui convient

Le point S se déplaçant dans le sens des élongations positives en $t = 0$, on en déduit que $y'_S(0) > 0$.

Pour $\varphi = 0$.

$$y_S(t) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t)$$

$$y'_S(t) = 3 \cdot 10^{-3} \times 100\pi \cos(100\pi t) \\ = 0,3\pi \cos(100\pi t)$$

$$\text{D'où } y'_S(0) = 0,3\pi > 0$$

Pour $\varphi = \pi$.

$$y_S(t) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t + \pi)$$

$$y'_S(t) = 3 \cdot 10^{-3} \times 100\pi \cos(100\pi t + \pi) \\ = 0,3\pi \cos(100\pi t + \pi)$$

$$\text{D'où } y'_S(0) = 0,3\pi \cos \pi = -0,3\pi < 0$$

Donc seule la valeur $\varphi = 0$ convient.

L'équation horaire du mouvement du point S est : $y_S(t) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t)$.

- 3** a. L'équation horaire du mouvement de P est identique à celui du mouvement de S

$$\text{avec un retard } t_P = \frac{d}{c} = \frac{4,5 \cdot 10^{-2}}{1} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ s.}$$

D'où l'équation horaire du mouvement du point P :

$$y_P(t) = y_S(t - t_P) = 3 \cdot 10^{-3} \sin [100\pi(t - 4,5 \cdot 10^{-2})] \\ = 3 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t - 4,5\pi) \\ = 3 \cdot 10^{-3} \sin\left(100\pi t - 4\pi - \frac{\pi}{2}\right) \\ = 3 \cdot 10^{-3} \sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$$

- b. Le déphasage de P par rapport à S étant $\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_S = -\frac{\pi}{2} - 0 = -\frac{\pi}{2}$, on en déduit que le point P est en retard de phase (car $\Delta\varphi < 0$) et en quadrature de phase (car $|\Delta\varphi| = \frac{\pi}{2}$) par rapport au point S . Cela signifie que lorsque le point S passe par $(0,0)$ en croissant, le point P passe par le minimum c'est à dire par le point $(4,5; -3)$.

