

Session principale

Section sciences techniques

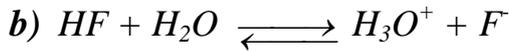
CHMIE

Exercice 1

1)

a) $[H_3O^+] = 10^{-pH}$, AN : $[H_3O^+] = 2.10^{-3}$

$[H_3O^+] < C_1$ donc l'acide HF est faible.



2)

a) Le pH du mélange au point d'équivalence est basique ($pH_E = 7,8$) ce qui signifie que l'acide méthanoïque est faible.

b) Le pK_a du couple $HCOOH / HCOO^-$ est égale au pH du mélange à la demi-équivalence ; $pK_a = 3,8$.

c) Au point d'équivalence la quantité de matière de base introduite dans le mélange est égale à la quantité de matière de l'acide.

$$n_B(E) = n_A \text{ signifie } C_B \cdot V_B(E) = C_A \cdot V_A$$

d'où ,

$$C_2 = \frac{C_B \cdot V_B(E)}{V_A}$$

$$\text{AN : } C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

3) Le volume V_1 de la solution S_1 est le siège d'un équilibre dynamique modélisé par l'équation (1-b-). La composition molaire de cette solution est :

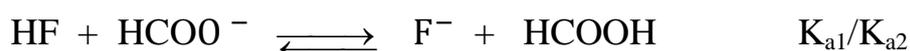
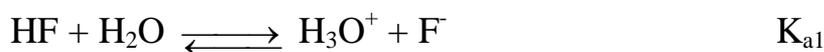
$$n(H_3O^+) = n(F^-) = V \cdot 10^{-pH} = 2.10^{-4} \text{ mol.}$$

$$n(HF) = C_1 V_1 - V_1 \cdot 10^{-pH} = 8.10^{-4} \text{ mol.}$$

la dissolution du méthanoate de sodium $HCOONa$ (électrolyte fort) apporte dans la solution $n_0 = 2.10^{-2}$ mol d'ion méthanoate $HCOO^-$. L'ion méthanoate, étant une base faible il réagit avec les ions hydronium de la solution suivant l'équation :



Une transformation chimique prend naissance, dont l'équation bilan est :



L'avancement finale de cette transformation chimique est $x_f = 1,73 \cdot 10^{-4}$ mol.

a)

Equation chimique		$HF + HCOO^- \rightleftharpoons F^- + HCOOH$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Initial	0	$8 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0
final	x_f	$8 \cdot 10^{-4} - x_f$ $= 6,27 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4} - x_f$ $= 0,27 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4} + x_f$ $= 3,73 \cdot 10^{-4}$	$x_f = 1,73 \cdot 10^{-4}$

b)

$$K = \frac{[F^-]_{eq} [HCOOH]_{eq}}{[HCOO^-]_{eq} [HF]_{eq}}$$

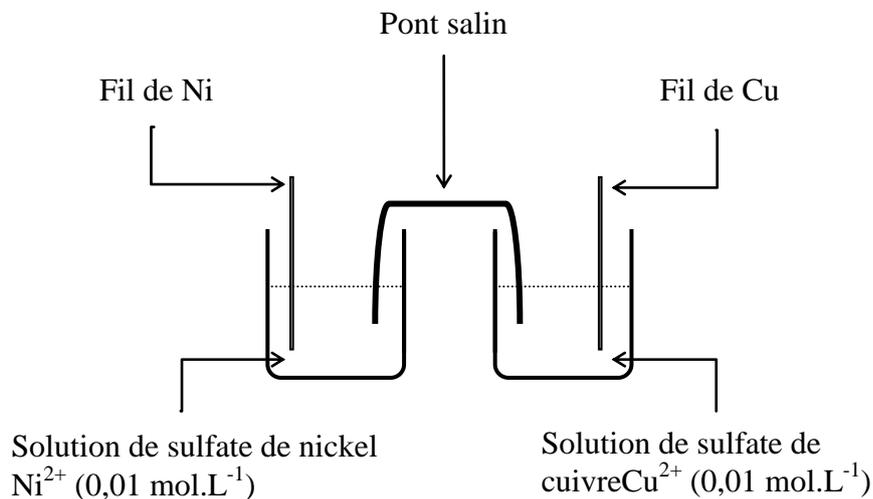
AN : $K = 3,81$

c) $K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} > 1$ donc l'acide fluorhydrique HF est plus fort que l'acide méthanoïque HCOOH.

Exercice 2

1)

- a) Le schéma de la pile est déduit à partir l'équation de la réaction associée et des solutions dans chaque compartiment de la pile.



- b) La fem initiale est $E_i = E^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} = E^0$

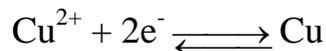
Avec $E^0 = 0,03 \log K$

AN : $E_i = 0,6 V$.

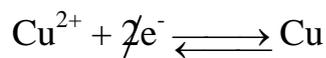
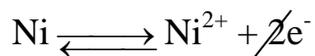
- c) $E = V(\text{Cu}) - V(\text{Ni}) > 0$; le fil de cuivre représente le pôle positif de la pile (P).

2)

- a) Les électrons circulent dans le conducteur ohmique de l'électrode de Nickel vers l'électrode de cuivre.



- b) L'équation de la réaction spontanée



c) La pile cesse de débiter du courant électrique lorsque la réaction associée atteint l'état final d'équilibre dynamique.

$K = 10^{20}$ l'équilibre est très avancé vers la droite, la réaction peut être considérée comme **totale** le réactif en défaut est donc totalement consommé à la fin de la réaction.

Equation chimique		$Ni + Cu^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Cu$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol.L ⁻¹)			
Initial	0	$n_0(Ni)$ excès	$C_2.V$	$C_1.V$	$n_0(Cu)$
final	x_f	$n_0(Ni) - x_f$	$C_2.V - x_f = 0$	$C_1.V + x_f$	$n_0(Cu) + x_f$

$C_2.V - x_f = 0$, l'avancement finale est alors $x_f = C_2.V$

A la fin de la réaction $n(Ni^{2+}) = C_1.V + x_f$ et $[Ni^{2+}] = C_1 + C_2 = 2.10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

La masse de cuivre déposé est $|\Delta m| = M(Ni) |\Delta n|$.

AN : $|\Delta m| = 58,7.10^{-3} \text{ g}$

- Il s'agit d'une diminution car le fil de Nickel est le siège d'une oxydation.

PHYSIQUE

Exercice I

1)

a) Le solide (S) est soumis à une force à distance (le poids) et deux forces de contact (la réaction du plan et tension du ressort). Le Tension du ressort est à chaque instant opposée à la déformation $\overline{\Delta l}$. Le ressort étant comprimé.

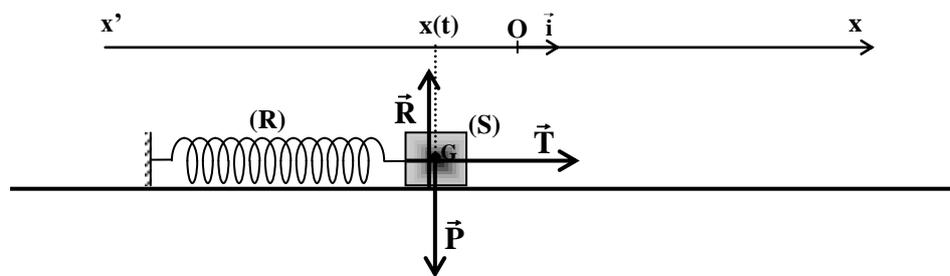


Figure 3

b) dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, la somme des forces extérieures exercées sur le solide est égale au produit de sa masse par l'accélération de son centre d'inertie.

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}_G$$

Par projection de relation vectorielle précédente sur le repère (o, \vec{i}) on obtient la relation algébrique :

$$-Kx(t) = m \frac{d^2x(t)}{dt^2}$$

D'où

$$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + Kx(t) = 0$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0 \quad (E)$$

Avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$.

c) ω_0 est la pulsation propre du pendule élastique.

$$\mathbf{d)} \quad x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

Cherchons l'expression de la dérivée seconde de $x(t)$;

$$\frac{dx(t)}{dt} = \omega_0 X_{max} \sin\left(\omega_0 t + \varphi_x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = \omega_0^2 X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x + \pi) = -\omega_0^2 X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega_0^2 x(t)$$

Remplaçons cette expression dans l'équation différentielle (E) ;

$$-\omega_0^2 x(t) + \omega_0^2 x(t) = 0$$

La fonction $x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$, vérifie l'équation différentielle (E) donc elle en est une solution générale ; les paramètres X_{max} et φ_x sont imposés par les conditions initiales du mouvement.

2)

a)

$$\mathbf{a}_1. \quad X_{max} = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}, \quad T_0 = 0,5 \text{ s} \quad , \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$$

$$\text{AN : } \omega_0 = 4\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} = 12,56 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\mathbf{a}_2. \quad x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \omega_0 X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi_x) = \omega_0 X_{max} \sin\left(\omega_0 t + \varphi_x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$v(t) = V_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_v)$$

D'après la courbe de la figure 4 l'élongation initiale du centre d'inertie du solide vaut 2 cm et sa vitesse initiale est négative.

$$\begin{cases} x(0) = X_{max} \sin(\varphi_x) = 2 \cdot 10^{-2} \\ v(0) = \omega_0 X_{max} \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases} ; \begin{cases} \sin(\varphi_x) = \frac{x(0)}{X_{max}} \\ \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin(\varphi_x) = \frac{1}{2} \\ \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases} \quad d'ou \quad \varphi_x = \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$

$$\mathbf{b)} \quad V_{max} = \omega_0 X_{max} \quad \text{et} \quad \varphi_v = \varphi_x + \frac{\pi}{2}$$

AN :

$$V_{max} = 0,5 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{et} \quad \varphi_v = \frac{4\pi}{3} \text{ rad}$$

3)

a) L'énergie potentielle est nulle lorsque l'élongation $x(t)$ est nulle, d'après les courbes des figures 4 et 5 on voit que la courbe \mathcal{E}_2 passe par 0 aux mêmes instants où l'élongation $x(t)$ s'annule, ce qui permet d'affirmer que la courbe \mathcal{E}_2 représente l'évolution de l'énergie potentielle $E_p(t)$.

b) D'après les courbes d'évolution de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique on vérifie qu'à chaque instant l'énergie totale du système $\{(S), (R)\}$ se conserve ; $E = E_p(t) + E_c(t) = \mathbf{1,6 \cdot 10^{-2} J}$. donc le système est conservatif.

c) Lorsque le solide est aux extrémités ($x(t) = \pm X_{max}$) toute l'énergie du système est potentielle.

$$E_{c_{max}} = \frac{1}{2} K X_{max}^2 = E$$

De même lors du passage par l'origine ($x(t) = 0$) toute l'énergie du système est cinétique.

$$E_{c_{max}} = \frac{1}{2} m V_{max}^2 = E$$

$$K = \frac{2E}{X_{max}^2} \quad \text{et} \quad m = \frac{2E}{V_{max}^2}$$

AN :

$$K = 20 \text{ N.m}^{-1} = \quad \text{et} \quad m = 0,128 \text{ kg.}$$

Exercice 2

1)

- Actif : présence d'un AOP
- Linéaire : u_s et u_e sont sinusoïdales de même fréquence N.
- Passe-bas :
 - U_{smax} est une fonction strictement monotone N

$$\bullet \begin{cases} - \text{ pour les faibles fréquences } (N \rightarrow 0), U_{S\max} = \frac{R_2}{R_1} U_{E\max} \\ - \text{ pour les hautes fréquences } (N \rightarrow \infty), U_{S\max} \rightarrow 0 \end{cases}$$

2)

a) Pour un filtre passe bas actif, la tension de sortie est en avance de phase par rapport à la tension d'entrée ; d'où la courbe 1 correspond à u_s .

b)

b₁.

$$\begin{aligned} \Delta\varphi = \varphi_s - \varphi_e &= -\frac{2\pi}{T} \Delta t = -\frac{2\pi}{T} (t_s - t_e) \\ &= -\frac{2\pi}{T} \left(0 - \frac{3T}{8}\right) = \frac{3T}{4} \end{aligned}$$

Ce déphasage correspond à la fréquence de coupure du filtre actif passe bas

$$N_1 = \frac{1}{T} = 800 \text{ Hz}$$

b₂.

$$T_1 = \frac{U_{S\max}}{U_{E\max}}$$

AN :

$$T_1 = \frac{10}{7,1} = 1,41$$

A la fréquence de coupure

$$T_1 = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

AN : $T_0 = 2$

c) A la fréquence de coupure

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 + (2\pi N_1 R_2 C)^2}} = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

Soit

$$2\pi N_1 R_2 C = 1 \text{ d'où}$$

$$N_1 = \frac{1}{2\pi R_2 C}$$

d)

$$T_0 = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{T_0} \quad \text{AN: } R_1 = 800 \, \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi N_1 R_2} \quad \text{AN: } C = 1,24 \cdot 10^{-7} \, F$$

Exercice 3

1)

a) Il s'agit du phénomène d'induction magnétique.

b) Instantané (n'apparaît que pendant la durée de déplacement, bref,...)

2) Induit : la bobine

Inducteur : l'aimant

3)

a) Loi de Lenz : le courant induit a un sens tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.

b) Le courant induit crée une face sud pour s'opposer à l'éloignement de la face nord de l'aimant.

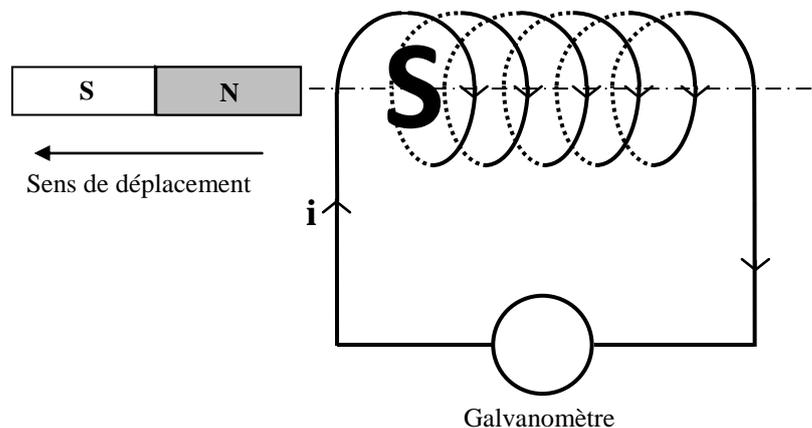


figure 8