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.

b) $HF + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + F^-$

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.

$n_B(E) = n_A$ signifie $C_B. V_B(E)=C_A. V_A$

d'où ,

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

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

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 :

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

$n(HF)= C_1V_1- V_1.10^{-pH} = 8.10^{-4}$ 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 :

$$HCOO^- + H_3O^+ \rightleftarrows HCOOH + H_2O$$

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

$$HF + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + F^- \qquad K_{a1}$$

$$HCOO^- + H_3O^+ \rightleftarrows HCOOH + H_2O \qquad 1/K_{a2}$$

$$HF + HCOO^- \rightleftarrows F^- + HCOOH \qquad K_{a1}/K_{a2}$$

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

a)

Equation chimique		$HF + HCOO^- \rightleftarrows F^- + HCOOH$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Initial	0	8.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	0
final	x_f	$\boldsymbol{8.10^{-4}-x_f}$ $=6,27.\ 10^{-4}$	$\boldsymbol{2.10^{-4}-x_f}$ $=0,27.\ 10^{-4}$	$\boldsymbol{2.10^{-4}+x_f}$ $=3,73.10^{-4}$	$x_f=1,73.10^{-4}$

b)

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

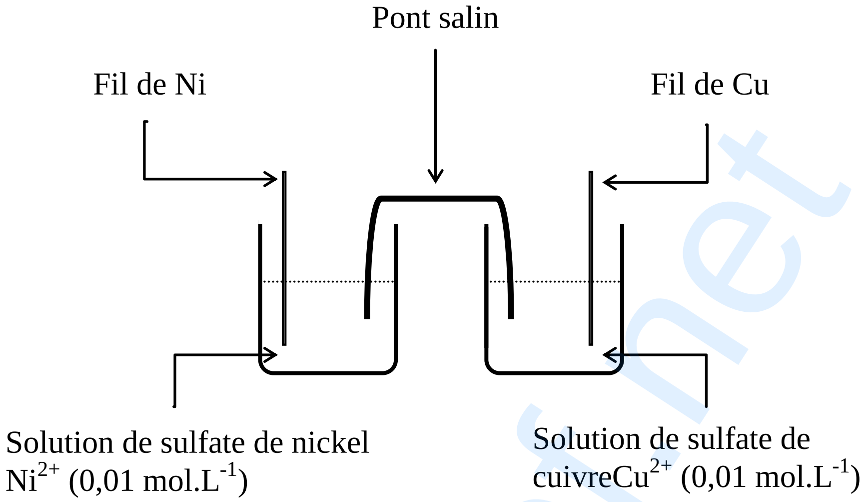
AN : K= 3,81

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 $E^0 = 0{,}03\ logK$

AN : $E_i = 0{,}6\ V$.

c) $E = V(Cu) - V(Ni) > 0$; 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 Nikel vers l'électrode de cuivre.

$Ni \rightleftarrows Ni^{2+} + 2e^-$

$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu$

b) L'équation de la réaction spontanée

$Ni \rightleftarrows Ni^{2+} + \cancel{2}e^-$

$Cu^{2+} + \cancel{2}e^- \rightleftarrows Cu$

$Ni + Cu^{2+} \rightleftarrows Ni^{2+} + Cu$

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	C2.V	C1.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 $[Ni^{2+}] = C_1 + C_2 = 2.10^{-2}$ mol. L^{-1}

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

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

- 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 contacte (la réaction du plan et tension du ressort). Le Tension du ressort est à chaque instant opposée à la déformation $\overrightarrow{\Delta l}$. Le ressort étant comprimé.

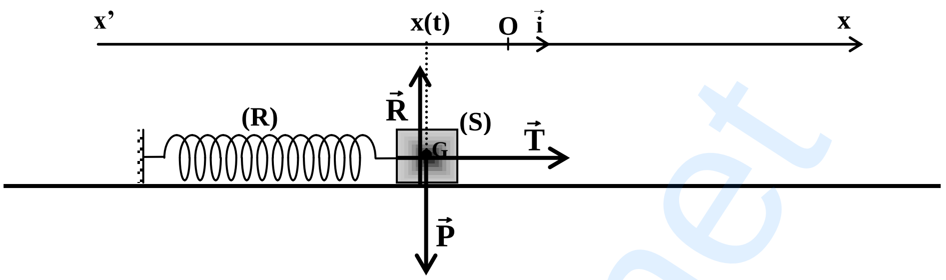


Figure 3

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 $(o,\vec{\imath})$ 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.

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

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 $X_{max}\ et\ \varphi_x$ sont imposés par les conditions initiales du mouvement.

2)

a)

a₁. $X_{max} = 4\ cm = 4.10^{-2}\ m,\ T_0 = 0{,}5\ s$, $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$

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

a₂. $x(t) = X_{max}\sin(\omega_0\, t + \varphi_x)$

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

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

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.

$$\begin{cases} x(0) = X_{max}\sin(\varphi_x) = 2.10^{-2} \\ v(0) = \omega_0 X_{max}\cos(\varphi_x) < 0 \end{cases} ; \begin{cases} \sin(\varphi_x) = \frac{x(0)}{X_{max}} \\ \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases}$$

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

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

AN :

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

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 $\mathscr{C}_2$ passe par 0 aux mêmes instants où l'élongation x(t) s'annule, ce qui permet d'affirmer que la courbe $\mathscr{C}_2$ représente l'évolution de l'énergie potentielle Ep(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 ; $E = Ep(t) + Ec(t) = \mathbf{1{,}6.10^{-2}J}$. donc le système est conservatif.

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

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

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

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

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

AN :

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

Exercice 2

1)

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

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

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.

$$\Delta\varphi = \varphi_s - \varphi_e = -\frac{2\pi}{T}\,\Delta t = -\frac{2\pi}{T}(t_s - t_e)$$

$$= -\frac{2\pi}{T}\left(0 - \frac{3T}{8}\right) = \frac{3T}{4}$$

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

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

b₂.

$$T_1 = \frac{U_{Smax}}{U_{Emax}}$$

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

$2\pi N_1 R_2 C = 1$ d'où

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

d)

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

$$C = \frac{1}{2\pi N_1 R_2} \qquad AN: C = 1{,}24.10^{-7}\ F$$

Exercice 3

1)

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

b) Instantané (n'apparait 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.

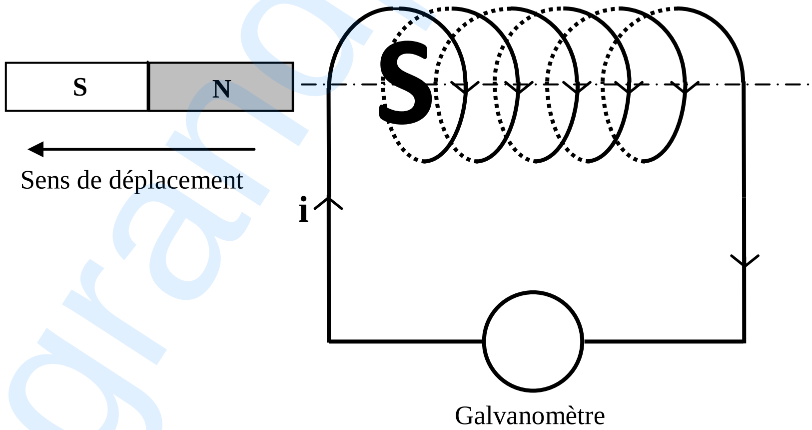


figure 8