

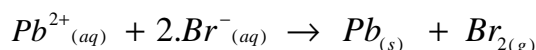
- Exercice1 -Partie I :

1- Le nom de l'électrode où se forme le gaz  $Br_2$  : C'est l'anode ( qui attire l'anion  $Br^-$  )

2- \* Equations des réactions :

- Au niveau de la cathode :  $Pb^{2+}_{(aq)} + 2.e^- \rightleftharpoons Pb_{(s)}$

- Au niveau de l'anode :  $2.Br^-_{(aq)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 2.e^-$

\* Equation bilan :3- Détermination de l'intensité I :

Demi- équation		$Pb^{2+}_{(aq)} + 2.e^{-} \overset{\rightarrow}{\underset{\leftarrow}{}} Pb_{(s)}$			Quantité de matière des $e^{-}$ échangés :
Etat du système	Avancement x (mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$n_0(Pb^{2+})$	$\approx$	0	0
E. intermédiaire	x	$n_0(Pb^{2+}) - x$	$\approx$	$x = \frac{m}{M(Pb)}$	$n(e^{-}) = 2.x$

- On sait que  $I = \frac{\text{Quantité d'électricité}}{\text{Durée du temps}} = \frac{Q}{\Delta t}$  avec  $Q = n(e^-) \times F$

- D'après le tableau d'avancement :  $n(e^-) = 2.x$  et  $x = n_t(Pb) = \frac{m}{M(Pb)}$

- En combinant ces relations on aboutit à l'expression :  $I = \frac{2.m.F}{M(Pb).\Delta t}$

- A.N :  $I = \frac{2 \times 20,72 \times 9,56.10^4}{207,2 \times 3600} \approx 5,36A$

4- Calcul du volume V du gaz dibrome formé pendant  $\Delta t$  :

- Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$Pb^{2+}_{(aq)} + 2.Br^-_{(aq)} \rightarrow Pb_{(s)} + Br_{2(g)}$			
Etat du système	Avancement x(mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$n_0(Pb^{2+})$	$n_0(Br^-)$	0	0
Etat intermédiaire	X	$n_0(Pb^{2+}) - x$	$n_0(Br^-) - 2.x$	x	$x = n_t(Br_2) = \frac{V}{V_m}$

- D'après les deux tableaux :  $x = \frac{m}{M(Pb)}$  et  $x = n_t(Br_2) = \frac{V}{V_m}$

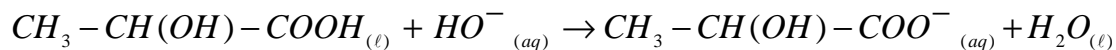
- On en déduit que :  $V = \frac{m.V_m}{M(Pb)}$

- A.N :  $V = \frac{20,72 \times 70,5}{207,2} \approx 7,05L$

## Partie II :

### 1- Réaction de l'acide lactique avec l'hydroxyde de sodium :

#### 1-1- Equation de la réaction du dosage :

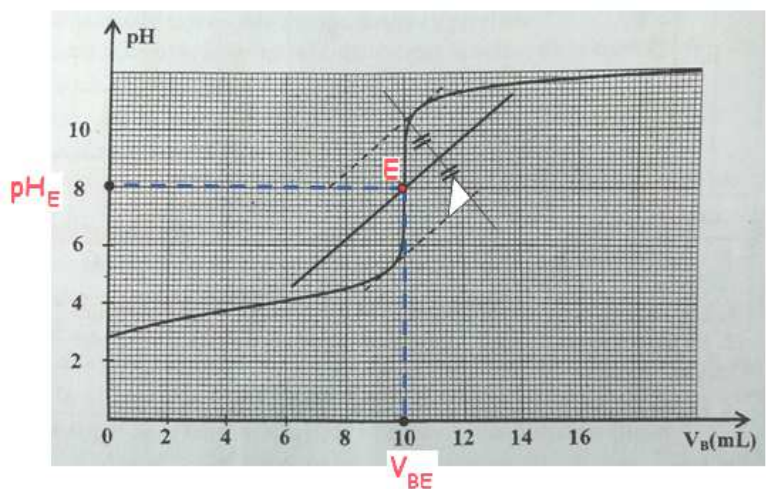


#### 1-2- Coordonnées du point d'équivalence :

En utilisant la méthode des droites Parallèles ; on trouve graphiquement :

-  $V_{BE} = 10mL$  ;

-  $pH_E \approx 8$ .



#### 1-3- Calcul de la concentration $C_A$ :

- A l'équivalence ; on applique la relation :  $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$

- On en déduit que :  $C_A = C_B \cdot \frac{V_{BE}}{V_A}$

- A.N :  $C_A = 3 \cdot 10^{-2} \times \frac{10}{15} = 2 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$

#### 1-4- L'indicateur adéquat pour repérer le pont d'équivalence :

C'est le rouge de crésol ; car sa zone de virage  $[7,2 ; 8,8]$  contient  $pH_E \approx 8$ .

#### 1-5- \* Calcul du rapport $[A^-] / [AH]$ :

- On applique la relation :  $pH_E = pK_A + \text{Log} \frac{[A^-]_E}{[AH]_E}$

- Cette relation s'écrit :  $\text{Log} \frac{[A^-]_E}{[AH]_E} = pH_E - pK_A \Rightarrow \frac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 10^{(pH_E - pK_A)} = 10^{pH_E} \times 10^{-pK_A}$

- Finalement on trouve :  $\frac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 10^{pH_E} \times K_A$

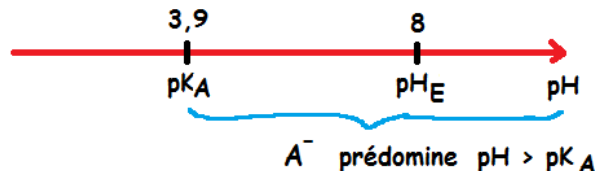
- A.N :  $\frac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 10^8 \times 10^{-3,9} \approx 1,26 \cdot 10^4$

\* L'espèce chimique prédominante :

$$- \frac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 1,26.10^4 \Rightarrow \frac{[A^-]_E}{[AH]_E} \gg 1 \Rightarrow [A^-] \gg [AH]$$

- Donc l'espèce prédominante est la forme basique :  $A^-$ .

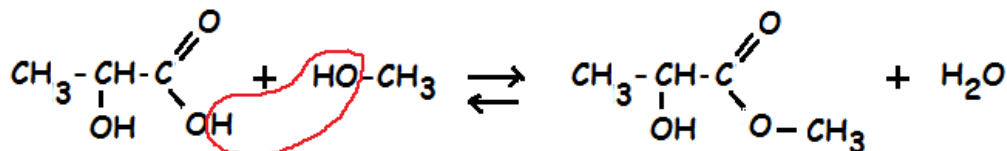
Rmq : on peut utiliser l'échelle pH de prédominance :

**2- Réaction de l'acide lactique avec le méthanol :****2-1- Deux caractéristiques de cette réaction :**

- La réaction est lente ;
- La réaction est limitée.

**2-2- Deux facteurs cinétiques pour accélérer la réaction :**

- Augmenter la température ;
- Utiliser un catalyseur ;
- Ou encore augmenter la concentration d'un réactif.

**2-3- Equation de la réaction :****2-4- Calcul du rendement r de la réaction :**

$$- \text{Par définition : } r = \frac{n_{\text{exp}}(\text{ester})}{n_{\text{théo}}(\text{ester})} = \frac{n_E}{n_0}$$

$$- \text{A.N : } r = \frac{6.10^{-4}}{10^{-3}} = 0,60 = 60 \%$$

**- Exercice2-****1- Une onde sonore est-elle longitudinale ou transversale ?**

Une onde sonore est longitudinale, car la direction de déformation du milieu de propagation est parallèle à la direction de propagation de l'onde sonore.

**2- Le retard temporel entre les deux ondes :**

On trouve graphiquement :  $\tau = 2 \times (2\text{ms}) = 4\text{ms}$

**3- Montrons l'expression voulue :**

- Le pétrole est plus dense que l'air, donc  $V_{\text{pétrole}} > V_{\text{air}}$
- En comparant les durées mises par les deux ondes sonores entre l'émetteur et le récepteur ; on écrit :  $t_p < t_a$
- Le retard temporel entre les deux ondes est  $\tau = t_a - t_p$  ; avec  $t_a = \frac{L}{V_{\text{air}}}$  et  $t_p = \frac{L}{V_p}$
- Finalement l'expression est :  $\tau = \frac{L}{V_{\text{air}}} - \frac{L}{V_p}$  ou  $\tau = L \cdot \left( \frac{1}{V_{\text{air}}} - \frac{1}{V_p} \right)$

**3- La valeur approchée de  $V_p$  :**

- On sait que  $\tau = L \cdot \left( \frac{1}{V_{\text{air}}} - \frac{1}{V_p} \right)$
- Elle s'écrit également :  $\frac{1}{V_{\text{air}}} - \frac{1}{V_p} = \frac{\tau}{L} \Rightarrow \frac{1}{V_p} = \frac{1}{V_{\text{air}}} - \frac{\tau}{L} \Rightarrow \frac{1}{V_p} = \frac{L - \tau \cdot V_{\text{air}}}{L \cdot V_{\text{air}}}$
- Finalement :  $V_p = \frac{L \cdot V_{\text{air}}}{L - \tau \cdot V_{\text{air}}}$
- A.N :  $V_p = \frac{1,84 \times 340}{1,84 - 4 \cdot 10^{-3} \times 340} \approx 1303 \text{ m.s}^{-1}$

**- Exercice 3 -****I: Détermination expérimentale de la capacité d'un condensateur :****1- En utilisant un générateur de courant :****1-1- Intérêt de monter les condensateurs en dérivation :**

C'est pour augmenter la charge électrique, et par conséquent augmenter la valeur de la capacité.

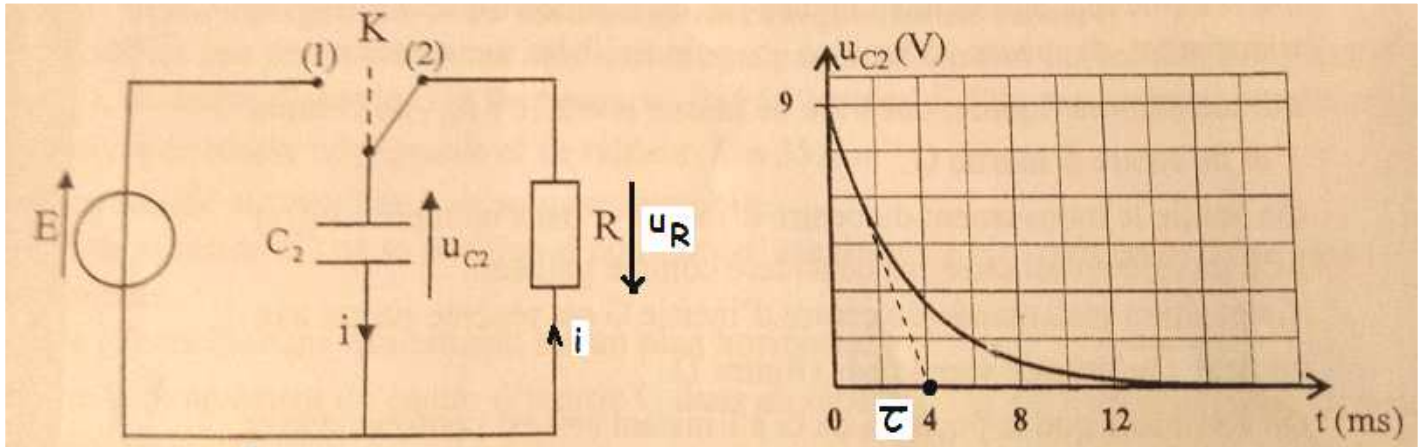
**1-2- Détermination graphique de la capacité  $C_{eq}$  du condensateur équivalent :**

- On sait que  $q = C_{eq} \cdot U_{AB}$  ;  $q = f(U_{AB})$  : fonction linéaire ( $y = a \cdot x$ )
- Le coefficient  $C_{eq}$  représente le coefficient directeur de la droite indiquée sur la figure 2.
- Graphiquement on a :  $C_{eq} = \frac{\Delta q}{\Delta U_{AB}}$
- A.N :  $C_{eq} = \frac{(20 - 0) \cdot 10^{-6}}{2 - 0} = 10^{-5} \text{ F}$

**1-3- Déduction de la valeur de la capacité  $C_2$  :**

- Les deux condensateurs sont en dérivation ; et d'après la loi d'association :  $C_{eq} = C_1 + C_2$
- On en déduit que :  $C_2 = C_{eq} - C_1$
- A.N :  $C_2 = 10^{-5} - 7,5 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

## 1- En étudiant la réponse du dipôle RC à un échelon de tension :

2-1- Equation différentielle vérifiée par la tension  $u_{C_2}$  :

- D'après la figure 1 ;  $u_{C_2} = -u_R \Rightarrow u_R + u_{C_2} = 0$  (1)

- Dans la convention récepteur :  $u_R = R \cdot i = R \cdot \frac{dq}{dt} = R \cdot \frac{d(C_2 \cdot u_{C_2})}{dt} = RC_2 \cdot \frac{du_{C_2}}{dt}$  (2)

- En remplaçant (2) dans (1), on obtient l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_{C_2}$  :

$$RC_2 \cdot \frac{du_{C_2}}{dt} + u_{C_2} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{du_{C_2}}{dt} + \frac{1}{RC_2} \cdot u_{C_2} = 0$$

2-2- Expression de la constante de temps  $\tau$  :

- La solution de cette équation est de la forme :  $u_{C_2}(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

- Portons cette expression dans l'équation différentielle précédente :

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left( E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + \frac{1}{RC_2} \cdot \left( E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \right) &= 0 \\ \Rightarrow -\frac{E}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{RC_2} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} &= 0 \\ \Rightarrow \underbrace{E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}}_{\neq 0} \left( -\frac{1}{\tau} + \frac{1}{RC_2} \right) &= 0 \\ \Rightarrow \tau &= R \cdot C_2 \end{aligned}$$

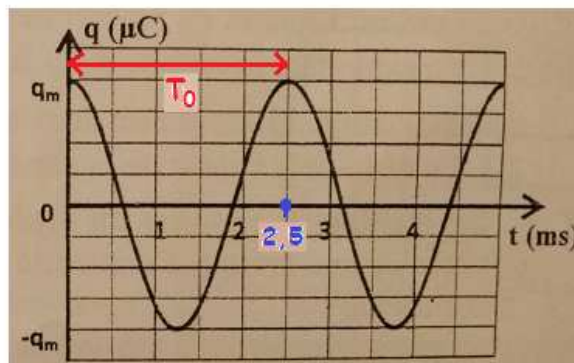
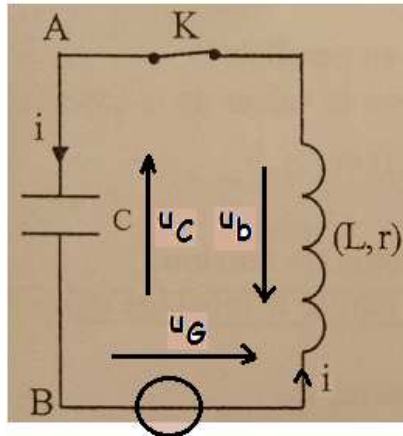
2-3- Détermination de la valeur de la capacité  $C_2$  :

- D'après la relation précédente ; on a :  $C_2 = \frac{\tau}{R}$

- A.N :  $\tau = 4 \text{ ms} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s (graphiquement)} ; C_2 = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{1600} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

II : Etude d'un circuit RLC série :1- Pourquoi les oscillations pseudopériodiques ?:

La présence de la résistance  $r$  de la bobine dans le circuit étudié, conduit à la dissipation d'énergie par effet Joule.

2-1- Equation différentielle vérifiée par la charge  $q$  :

- D'après la figure 1 ;  $u_b + u_c = u_G \Rightarrow L \cdot \underbrace{\frac{di}{dt}}_{u_b} + r \cdot i + \underbrace{\frac{q}{C}}_{u_c} = \underbrace{u_G}_{k \cdot i} \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + (r - k) \cdot i + \frac{q}{C} = 0$

- En remplaçant  $i$  par  $\frac{dq}{dt}$ , on aura :  $L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + (r - k) \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} \cdot q = 0$

- D'où l'équation différentielle :  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(r - k)}{L} \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot q = 0$

2-2- Détermination de la valeur de R :

- Le paramètre  $k = 5 \text{ S.I}$ , est ajusté de manière que les oscillations deviennent sinusoïdales ;

- Dans ce cas le terme  $\frac{(r - k)}{L} \cdot \frac{dq}{dt}$  doit être nul dans l'équation différentielle précédente ;

- Finalement  $r - k = 0 \Rightarrow r = k = 5 \Omega$

2-3- Recherche de la valeur de l'inductance  $L$  :

- L'équation différentielle est de la forme :  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot q = 0$

- La période propre du système oscillant est :  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

- Cette relation conduit à l'expression :  $L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 \cdot C}$

- **A.N** :  $T_0 = 2,5 \text{ ms}$  (graphiquement) et  $L = \frac{(2,5 \cdot 10^{-3})^2}{4\pi^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}} \approx 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ H}$



- Exercice 4 -Partie I : Etude du mouvement de chute verticale :1- Equation différentielle vérifiée par la vitesse  $v_G$  :

- Système à étudier : {bille}

- Repère d'étude R (O ;  $\vec{j}$ ) supposé galiléen ;

- Bilan des forces extérieures :

\* Poids du corps :  $\vec{P} = m \cdot g \cdot \vec{j}$

\* Force de frottement fluide :  $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}_G$

\* La poussée d'Archimède :  $\vec{F}_a = -\rho \cdot g \cdot V \cdot \vec{j}$

- La 2<sup>ème</sup> loi de Newton s'écrit :  $\vec{P} + \vec{f} + \vec{F}_a = m \cdot \vec{a}_G$

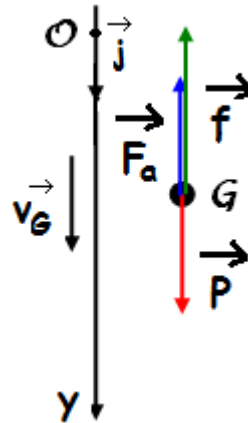
- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Oy :  $P_y + f_y + F_{ay} = m \cdot a_y$  (\*)

- Les expressions sont:  $P_y = P = m \cdot g$  ,  $f_y = -k \cdot v_{Gy}$  ,  $F_{ay} = -\rho \cdot g \cdot V$  et  $a_y = \frac{dv_{Gy}}{dt}$ .

- La relation (\*) devient :  $m \cdot g - k \cdot v_G - \rho \cdot g \cdot V = m \cdot \frac{dv_G}{dt}$

- Finalement l'équation différentielle est :  $\frac{dv_G}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v_G = g(1 - \frac{\rho \cdot V}{m})$

- On pose :  $\tau = \frac{m}{k}$  et  $A = g(1 - \frac{\rho \cdot V}{m})$  ; l'équation devient :  $\frac{dv_G}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot v_G = A$

2- Détermination graphique de  $v_{G \lim}$  et de  $\tau$  :

- La vitesse limite :  $v_{G \lim} = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$  ;

- la constante de temps :  $\tau = 54 \text{ ms}$

3- Valeur de k et celle de A :

-  $k = \frac{m}{\tau} \text{ A.N : } k = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{54 \cdot 10^{-3}} \approx 0,37 \text{ Kg.s}^{-1}$

- Au régime permanent ; l'équation différentielle s'écrit :  $A = \left( \frac{dv_G}{dt} \right)_{t \rightarrow \infty} + \frac{1}{\tau} \cdot v_{Gt \rightarrow \infty}$

- On a :  $\left( \frac{dv_G}{dt} \right)_{t \rightarrow \infty} = 0$  et  $v_{Gt \rightarrow \infty} = v_{G \lim}$  ;

- Finalement :  $A = \frac{v_{G \lim}}{\tau} \text{ A.N : } A = \frac{0,5}{54 \cdot 10^{-3}} = 9,26 \text{ m.s}^{-2}$

**4- Calcul de la valeur approchée de  $a_3$  et celle de  $v_4$  :**

\* A l'instant  $t_n$  l'équation différentielle peut s'écrire :  $(a_G)_n = 9,26 - 18,52 \cdot (v_G)_n$  (1)

\* Au même instant ; la méthode d'Euler permet d'écrire :  $(v_G)_n = (v_G)_{n-1} + (a_G)_{n-1} \times \Delta t$  (2)

\* D'après le tableau, on remarque que le pas du calcul est :

$$\Delta t = 0,020 - 0,015 = 0,025 - 0,020 = 0,005s$$

\* Par application de (1) :

$$(a_G)_3 = 9,26 - 18,52 \cdot (v_G)_3$$

$$= 9,26 - 18,52 \times 0,126$$

$$(a_G)_3 \approx \underline{6,93 m.s^{-2}}$$

\* Par application de (2) :

$$(v_G)_4 = (v_G)_3 + (a_G)_3 \times \Delta t$$

$$= 0,126 + 6,93 \times 0,005$$

$$(v_G)_4 \approx \underline{0,161 m.s^{-1}}$$
**Partie II : Etude énergétique d'un oscillateur mécanique :**

**1- Détermination des valeurs de  $X_m$ ,  $T_0$  et  $\varphi$  :**  $x(t) = X_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

\* D'après la figure 4 :  $X_m = 6cm = 6 \cdot 10^{-2}m$  et  $T_0 = 0,5s$

\* A  $t = 0$ , on a :  $x(0) = X_m$  (condition initiale) ; Or  $x(0) = X_m \cdot \cos(\varphi)$

Donc on peut écrire :  $X_m \cdot \cos(\varphi) = X_m \Rightarrow \cos(\varphi) = 1 \Rightarrow \underline{\varphi = 0}$

Finalement la solution est :  $\underset{\text{en m}}{x}(t) = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(\underset{\text{en s}}{4\pi \cdot t})$

**2- Energie potentielle élastique à la date  $t_1 = 0,5s$  :**

- A cette date la position est maximale ; donc la vitesse est nulle et par suite :  $E_c(0,5s) = 0$

- Energie potentielle (0,5s) = Energie mécanique (0,5s) - Energie cinétique (0,5s)

- Or l'énergie mécanique est constante d'expression :  $E_m = \frac{1}{2} K \cdot X_m^2$

- Finalement :  $E_{pe}(0,5s) = \frac{1}{2} K \cdot X_m^2$

- **A.N :**  $E_{pe}(0,5s) = \frac{1}{2} \times 35 \times (6 \cdot 10^{-2})^2 = \underline{6,3 \cdot 10^{-2} J}$

**3- Calcul du travail  $W_{x_A=X_m \rightarrow x_B=-X_m}(\vec{F})$  :**

On applique la relation :  $W_{x_A=X_m \rightarrow x_B=-X_m}(\vec{F}) = -\Delta E_{pe} = -\frac{1}{2} \cdot (x_B^2 - x_A^2)$

$W_{x_A=X_m \rightarrow x_B=-X_m}(\vec{F}) = \frac{1}{2} \cdot ((-X_m)^2 - (X_m)^2) = \frac{1}{2} \cdot (X_m^2 - X_m^2)$

On trouve :  $W_{x_A=X_m \rightarrow x_B=-X_m}(\vec{F}) = \underline{0}$