

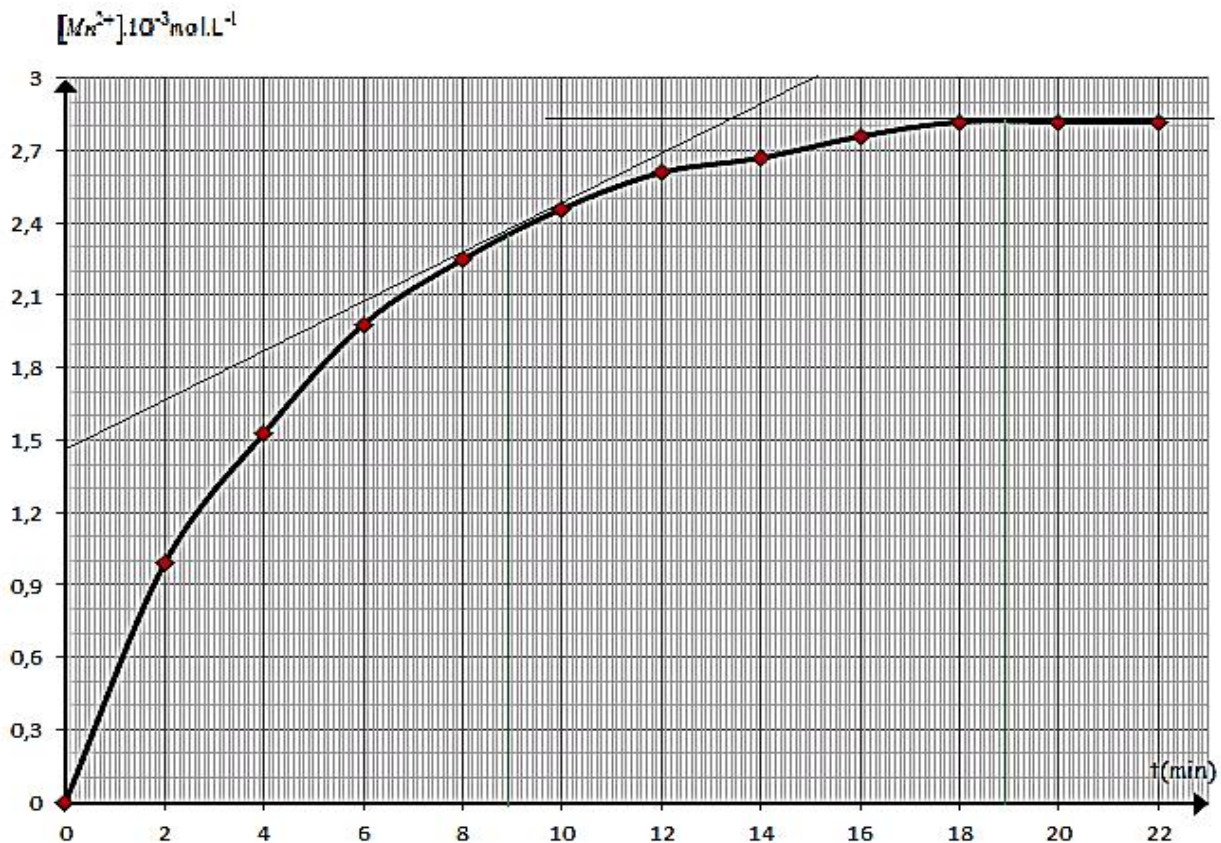


## CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

### EXERCICE 1

1.1 Rôle de l'acide sulfurique : c'est un réactif.

1.2 Tracer de la courbe  $[Mn^{2+}] = f(t)$ .



Courbe représentant les variations de la concentration en ion manganèse en fonction du temps

1.3 Détermination graphique de vitesse instantanée de formation des ions manganèse :

La vitesse instantanée de formation des ions manganèse à une date donnée correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe  $[Mn^{2+}] = f(t)$  à cette date.

Graphiquement on trouve :  $v(t_1 = 9 \text{ min}) \approx 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  ;  $v(t_2 = 19 \text{ min}) = 0$ .

1.4 Relation entre les vitesses instantanées des ions manganèse et fer (II) :

D'après l'équation de réaction on a :  $\frac{n(Fe^{2+})_{réagi}}{5} = \frac{n(Mn^{2+})_{formé}}{1} \Rightarrow -\frac{\Delta n(Fe^{2+})}{5} = \frac{\Delta n(Mn^{2+})}{1}$

$$\Rightarrow -\frac{dn(Fe^{2+})}{5} = \frac{dn(Mn^{2+})}{1} \Rightarrow -\frac{dn(Fe^{2+})}{5 \cdot dt} = \frac{dn(Mn^{2+})}{dt} ; \text{ or } -\frac{dn(Fe^{2+})}{dt} = v(Fe^{2+}) \text{ et } \frac{dn(Mn^{2+})}{dt} = v(Mn^{2+})$$

$$\Rightarrow \frac{v(Fe^{2+})}{5} = \frac{v(Mn^{2+})}{1}$$

Déduction de  $v(\text{Fe}^{2+})$  :

$v(\text{Fe}^{2+}) = 5 \times v(\text{Mn}^{2+})$  ; A.N :  $v(\text{Fe}^{2+} \text{ à } t_1) \approx 5,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  et  $v(\text{Fe}^{2+} \text{ à } t_2) = 0$ .

### 1.5 Concentration initiale en ions fer II

A partir de la date  $t = 18 \text{ min}$  la concentration des ions manganèse formés  $[\text{Mn}^{2+}]$  ne varie plus quelque soit le volume de la solution de permanganate ajouté ; tous les ions fer (II) ont réagi.

On a :  $[\text{Fe}^{2+}]_{\text{initiale}} = 5 \times [\text{Mn}^{2+}]_{\text{finale}}$  A.N :  $[\text{Fe}^{2+}]_{\text{initiale}} = 5 \times 2,82 \cdot 10^{-3} = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Déduction de la masse de fer :  $m = C \times V \times M = 1,41 \cdot 10^{-2} \times 200 \cdot 10^{-3} \times 56 = 0,158 \text{ g} = 158 \text{ mg}$ .

L'indication de l'étiquette est correcte car la valeur obtenue par le dosage est sensiblement égale à celle indiquée sur la boîte aux erreurs d'expérience près.

## EXERCICE 2

### 2.1

Un acide au sens de Bronsted est une substance chimique capable de libérer un proton  $\text{H}^+$ .

La base conjuguée de l'acide méthanoïque est l'ion méthanoate de formule  $\text{HCOO}^-$ .

### 2.2

2.2.1 Le coefficient d'ionisation de l'acide méthanoïque est le nombre de moles d'acides

ionisé sur son nombre de moles initial :  $\alpha = \frac{n(\text{HCOOH ionisé})}{n(\text{HCOOH initial})}$

2.2.2 Calcul de  $\alpha$  :  $\alpha = \frac{n(\text{HCOOH ionisé})}{n(\text{HCOOH initial})} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a}$  or  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow \alpha = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_a} = 0,28$ .

2.2.3 L'acide méthanoïque peut être qualifié d'acide faible car son coefficient d'ionisation est inférieur à 1 ( $\alpha < 1$ ).

2.3 Equation-bilan de la réaction entre les solutions A et B :



### 2.4

2.4.1 Nature du mélange obtenu: c'est une solution tampon car il s'agit d'un mélange équimolaire d'un acide faible avec sa base conjuguée.

Propriété caractéristique : son pH varie très peu lors d'addition modérée d'eau, de base ou d'acide.

2.4.2 Valeur du pka : Le pka ( $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$ ) = 3,8 car à la demi-équivalence  $\text{pH} = \text{pka}$ .

## 2.5 Calcul de $V_1$ et $V_2$ :

Il s'agit d'un mélange équimolaire de l'acide et de sa base conjuguée :  $n(\text{HCOOH}) = n(\text{HCOO}^-)$

$$\Rightarrow C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \text{ et } V_1 + V_2 = V \begin{cases} 2 \cdot 10^{-3} \cdot V_1 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot V_2 \\ V_1 + V_2 = 100 \end{cases} \Rightarrow V_1 = 60 \text{ mL et } V_2 = 40 \text{ mL}$$

## EXERCICE 3

3.1 Rappel de l'expression de l'énergie potentielle élastique:  $E_p = \frac{1}{2}k \cdot x^2$ .

3.2 Rappel de l'expression de l'énergie mécanique

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}m \cdot v^2 + \frac{1}{2}k \cdot x^2.$$

L'énergie mécanique est constante.

Justification : Le déplacement se fait sans frottement. La somme des travaux des forces non conservatives est nulle ; le système est conservatif :  $E_m = \text{Cte}$

3.3 Equation différentielle à partir de l'énergie :

$$E_m = \frac{1}{2}m \cdot v^2 + \frac{1}{2}k \cdot x^2 \text{ or } v^2 = \dot{x}^2 \Rightarrow E_m = \frac{1}{2}m \cdot \dot{x}^2 + \frac{1}{2}k \cdot x^2 \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = m \cdot \dot{x} \cdot \ddot{x} + k \cdot \dot{x} \cdot x = m \cdot \dot{x} \cdot \left[ \ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x \right]$$

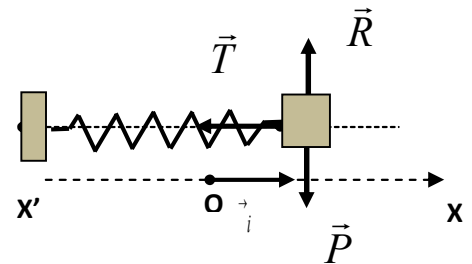
$$\text{Or } E_m = \text{constante} \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow m \cdot \dot{x} \cdot \left[ \ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x \right] = 0 \text{ avec } m \cdot \dot{x} \neq 0$$

$$\Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x = 0.$$

3.4 Equation différentielle à partir de l'étude dynamique :

$$\text{T.C.I} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m \vec{a} \Rightarrow 0 - T = m \cdot a_x$$

$$\Rightarrow -k \cdot x = m \cdot \ddot{x} \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x = 0.$$



## 3.5

3.5.1 Identification des courbes :

Courbe  $C_2 \longrightarrow E_p$  et courbe  $C_1 \longrightarrow E_c$  car à  $t = 0$   $x = x_m \Rightarrow E_p$  est maximale et  $v = 0 \Rightarrow E_c = 0$ .

3.5.2 L'équation donne à  $t = 0$   $x = x_m = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow E_p = \frac{1}{2}k \cdot x_m^2 \Rightarrow k = \frac{2 \cdot E_p}{x_m^2}$

Sur la figure  $C_2$  on lit  $E_p = 5 \text{ J}$  à  $t = 0$  d'où  $k = \frac{2 \cdot 5}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 4000 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ .

3.5.3 Retrouvons la valeur de  $K$  à partir de la courbe de la figure 3 :

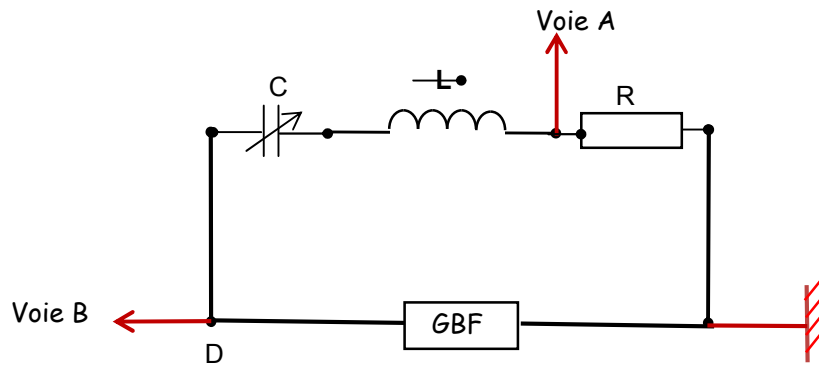
La courbe  $a = f(x)$  est une fonction linéaire :  $a = C \cdot x$  avec  $C$  le coefficient directeur de la droite  $C = \frac{-1,6 - 1,6}{(4 + 4) \cdot 10^{-2}} = -40 \Rightarrow a = -40 \cdot x$  relation où les grandeurs sont en unités SI ( $x$  est

en m et  $a$  en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ); or  $\ddot{x} + \frac{k}{m} \cdot x = 0 \Rightarrow \ddot{x} = a = -\frac{k}{m} \cdot x$

Par identification :  $-\frac{k}{m} = -40 \Rightarrow k = 40 \cdot m \Rightarrow k = 40 \cdot 100 = 4000$  on retrouve  $k = 4000 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ .

## EXERCICE 4

### 4.1 Schéma du circuit avec les branchements à effectuer :



### 4.2

#### 4.2.1 Les valeurs efficaces

$$U_{GBF(\max)} = 2,2 \times 2 = 4,4 \text{ V} \Rightarrow U_{GBF(\text{efficace})} = \frac{4,4}{\sqrt{2}} = 3,1 \text{ V}$$

$$U_{R(\max)} = 3,6 \times 1 = 3,6 \text{ V} \Rightarrow U_{R(\text{efficace})} = \frac{3,6}{\sqrt{2}} = 2,5 \text{ V} \text{ or } I_{\text{efficace}} = \frac{U_{R(\text{efficace})}}{R} = \frac{2,5}{60} = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

$$I_{\text{efficace}} = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

#### 4.2.2 Détermination de la fréquence et de l'impédance du dipôle :

$$N = \frac{1}{T} \text{ or } T = 10 \times 2 \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ s} \Rightarrow N = 50 \text{ Hz} . \quad Z = \frac{U_{GBF(\text{efficace})}}{I_{\text{efficace}}} = 73,8 \Omega$$

#### 4.2.3 La tension aux bornes du GBF est en avance sur l'intensité : le dipôle a un comportement inductif.

$$|\varphi| = 2\pi \frac{\Delta t}{T} \text{ or } \Delta t = 1 \times 2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow |\varphi| = \frac{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0,02} \Rightarrow |\varphi| = 0,2 \times \pi \Rightarrow |\varphi| = \frac{\pi}{5} \text{ rad} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{5} \text{ puisque } u \text{ est en avance sur } i$$

#### 4.2.4 Les expressions de $i$ et $u$ :

$$i = I_{\max} \times \cos(\omega t); \quad I_{\max} = I_{\text{efficace}} \sqrt{2} = 4,2 \cdot 10^{-2} \times \sqrt{2} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ A}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}; \quad i = 6 \cdot 10^{-2} \times \cos(100\pi t)$$

$$u = U_{\max} \times \cos(\omega t + \varphi); \quad U_{\max} = 3,6 \text{ V} \text{ et } \varphi = \frac{\pi}{5} \text{ rad} \Rightarrow u = 3,6 \times \cos(100\pi t + \frac{\pi}{5})$$

#### 4.2.5 Valeur de $C_1$ :

$$\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = L\omega - R \tan\varphi \Rightarrow C_1 = \frac{1}{L\omega^2 - R \cdot \omega \cdot \tan\varphi}$$

$$\text{A.N : } C_1 = \frac{1}{0,4 \times (100\pi)^2 - 60 \times 100\pi \times \tan(\pi/5)}; \quad C_1 = 3,88 \cdot 10^{-5} \text{ F}$$

### 4.3

#### 4.3.1 Le phénomène physique qui se produit pour $C = C_2$ est la résonance d'intensité car l'intensité efficace est maximale.

#### 4.3.2 Calcul de $C_2$ :

$$\text{A la résonance : } LC_2\omega^2 = 1 \Rightarrow 4\pi^2 N^2 LC_2 = 1 \Rightarrow C_2 = \frac{1}{4\pi^2 N^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 50^2 \cdot 0,4} = 2,53 \cdot 10^{-5} \text{ F}$$

## EXERCICE 5

5.1  $\Delta E = E_{\text{finale}} - E_{\text{initiale}}$  transition de  $n$  vers  $p \Rightarrow \Delta E = E_p - E_n$   $E_n = -\frac{k}{n^2}$  et  $E_p = -\frac{k}{p^2} \Rightarrow$

$$\Delta E = -\frac{k}{p^2} + \frac{k}{n^2} \Rightarrow \Delta E = k \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$$

or  $p < n \Rightarrow \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} < 0 \Rightarrow \Delta E < 0$ : l'énergie de l'atome diminue, donc cette transition correspond à l'émission d'une radiation.

5.2  $\Delta E = -h\nu = -\frac{hC}{\lambda} \Rightarrow \Delta E = -\frac{hC}{\lambda}$  or  $\Delta E = k \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right) \Rightarrow -\frac{hC}{\lambda} = k \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right) \Rightarrow$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{k}{hC} \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_{\text{He}^+} \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ avec } R_{\text{He}^+} = \frac{k}{hC}$$

5.3  $n = 4 \longrightarrow p = 3 : \frac{1}{\lambda} = R_{\text{He}^+} \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{7}{144} R_{\text{He}^+} \Rightarrow R_{\text{He}^+} = \frac{144}{7\lambda} \quad R_{\text{He}^+} = 4,39 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ .

5.4  $R_{\text{He}^+} = \frac{k}{hC} \Rightarrow k = hC \times R_{\text{He}^+} \Rightarrow K = 6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8 \times 4,39 \cdot 10^7 = 8,71 \cdot 10^{-18} \text{ J}$

$$K = \frac{8,71 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 54,4 \text{ eV. Or } E_n = -\frac{k}{n^2} \Rightarrow E_n = -\frac{54,4}{n^2} \text{ en eV.}$$

L'énergie d'ionisation de l'ion  $\text{He}^+$  est  $\Delta E = 54,4 \text{ eV}$ .

### 5.5

n	1	2	3	4	5	6	7	8
niveaux pour $\text{He}^+$	-54,4	-13,6	-6,04	-3,4	-2,18	-1,51	-1,11	-0,85
niveaux pour H	-13,6	-3,4	-1,51	-0,85				

Tous les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont inclus dans les niveaux d'énergie de l'ion  $\text{He}^+$  : le spectre de l'hydrogène sera inclus dans celui de l'ion  $\text{He}^+$ .

