

## CHIMIE (9 points)

### Exercice 1 (4.5 points)

- Le rôle du réfrigérant à air est d'empêcher l'évaporation de l'eau au cours de l'expérience.
  - L'erlenmeyer est placé dans un bain d'eau glacé afin de bloquer le processus d'estérification au cours du dosage de l'acide restant.
  - D'après la courbe,  $V_{BE_0} = 24$  mL. Or à l'équivalence on a :

$$n_0 = C_B \cdot V_{BE_0} \stackrel{A.N}{=} 2 \times 24 \cdot 10^{-3} = 4.8 \cdot 10^{-2} \text{ moles.}$$

- 

	A	+	B	$\rightleftharpoons$	Ester	+	Eau
t = 0	$n_0$		$n_0$		0		0
t	$n_0 - x$		$n_0 - x$		x		x
t = $t_f$	$n_0 - x_f$		$n_0 - x_f$		$x_f$		$x_f$

b.  $n_E = x = n_0 - C_B \cdot V_{BE}$

c.  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{n_0 - C_B \cdot V_{BE_f}}{n_0} \stackrel{A.N}{=} \frac{48 - 2 \times 8}{48} \rightarrow \tau_f = \frac{2}{3}$ .  $\tau_f < 1$  : la réaction d'estérification est limitée.

3.  $\Pi = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{\frac{x}{V} \cdot \frac{x}{V}}{\frac{n_0 - x}{V} \cdot \frac{n_0 - x}{V}} = \left(\frac{x}{n_0 - x}\right)^2 = \left(\frac{n_0 - C_B \cdot V_{BE}}{C_B \cdot V_{BE}}\right)^2 = \left(\frac{n_0}{C_B \cdot V_{BE}} - 1\right)^2$

• A l'équilibre :  $\Pi = \left(\frac{n_0}{C_B \cdot V_{BE_f}} - 1\right)^2 \left(\frac{48}{2 \times 8} - 1\right)^2 = 4$ .

4. a. On a  $V'_{BE} < 8$  mL =  $V_{BE_f}$  or  $\tau_f = \frac{n_0 - C_B \cdot V_{BE_f}}{n_0}$ ,

$\rightarrow C_B \cdot V'_{BE_f} < C_B \cdot V_{BE_f}$

$\rightarrow -C_B \cdot V'_{BE_f} < -C_B \cdot V_{BE_f}$

$\rightarrow n_0 - C_B \cdot V'_{BE_f} < n_0 - C_B \cdot V_{BE_f}$

$\rightarrow \frac{n_0 - C_B \cdot V'_{BE_f}}{n_0} < \frac{n_0 - C_B \cdot V_{BE_f}}{n_0}$

$\rightarrow \tau'_f < \tau_f$  on aura alors un taux d'avancement  $\tau'_f$  supérieur à  $\tau_f$ .

b. L'intérêt pratique du choix du mélange initial non équimolaire est d'augmenter le rendement de la réaction d'estérification et d'obtenir, ainsi, plus d'ester.

**Exercice 2 ( 4.5 points)**

1. Etant donnée que le taux d'avancement final de la réaction de la base (B) avec l'eau est inférieur à 1, on peut confirmer que (B) est faible.

2. a. Tableau descriptif d'avancement volumique  $\gamma$  :

	B	+	H <sub>2</sub> O	$\rightleftharpoons$	BH <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>
t = 0	C <sub>i</sub>		C <sub>i</sub>		0		0
t	C <sub>i</sub> - $\gamma_i$		C <sub>i</sub> - $\gamma_i$		$\gamma_i$		$\gamma_i$
t = $\tau_f$	C <sub>i</sub> - $\gamma_{fi}$		C <sub>i</sub> - $\gamma_{fi}$		$\gamma_{fi}$		$\gamma_{fi}$

b.

$$\bullet \tau_{fi} = \frac{\gamma_{fi}}{\gamma_{max}} = \frac{[OH^-]}{\gamma_{max}} = \frac{10^{pH_i - pK_e}}{C_i} \stackrel{A.N}{=} \frac{48 - 2 \times 8}{48} \rightarrow \tau_f = \frac{2}{3}$$

$$\bullet \text{On a : } C_3 = \frac{10^{pH_3 - pK_e}}{\tau_{f3}} \stackrel{A.N}{=} \frac{10^{10.6 - 14}}{3.98 \times 10^{-2}} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}.$$

3. a. La constante d'acidité  $K_a$  de la monobase (B) s'écrit :

$$K_a = \frac{[B] \cdot [H_3O^+]}{[BH^+]}$$

• Première approximation :  $\tau_{f3} = 3.98 \times 10^{-2} < 0.05$  : (B) est faiblement dissociée dans la solution (S<sub>3</sub>), et puisque (S<sub>3</sub>) est la solution la plus diluée, (B) est de même faiblement dissociée pour (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) : c'est-à-dire :  $[B] \approx C_i$  ;  $i=1..3$ .

• Deuxième approximation :  $pH_3 = 10.6 > 8$ , et puisque (S<sub>3</sub>) est la solution la plus diluée,  $pH_1$  et  $pH_2$  sont de même supérieurs à 8: c'est-à-dire, on peut négliger les ions provenant de l'autoprotolyse de l'eau par rapport aux autres ions d'où :  $[BH^+] \approx [OH^-]$ . On obtient alors :

$$K_a = \frac{C_i \cdot [H_3O^+]}{[OH^-]} = \frac{C_i \cdot [H_3O^+]^2}{K_e}; \text{ en appliquant la fonction } -\log \text{ on obtient : } pK_a = -\log C_i + 2 pH - pK_e$$

$$\text{Autrement : } pH = \frac{1}{2} (pK_a + \log C_i + pK_e).$$

$$\bullet pK_a = -\log C_i + 2 pH - pK_e \stackrel{A.N}{=} 2 + 2 \times 10.6 - 14 = 9.2.$$

4. a.

$$\bullet \text{ Pour la solution (S}_3\text{)} : V_{ae3} \cdot C_a = V_b C_3 \rightarrow C_a = \frac{V_b C_3}{V_{ae3}} \stackrel{A.N}{=} \frac{20 \times 0.02}{4} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}.$$

$$\bullet V_b C_2 = V_{ae2} \cdot C_a \rightarrow C_2 = \frac{V_b C_a}{V_{ae2}} \stackrel{A.N}{=} \frac{20 \times 0.02}{10} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\bullet \frac{C_1}{C_3} = \frac{\frac{V_{ae1} C_a}{V_b}}{\frac{V_{ae3} C_a}{V_b}} = \frac{V_{ae1}}{V_{ae3}} = \frac{20}{4} = 5.$$

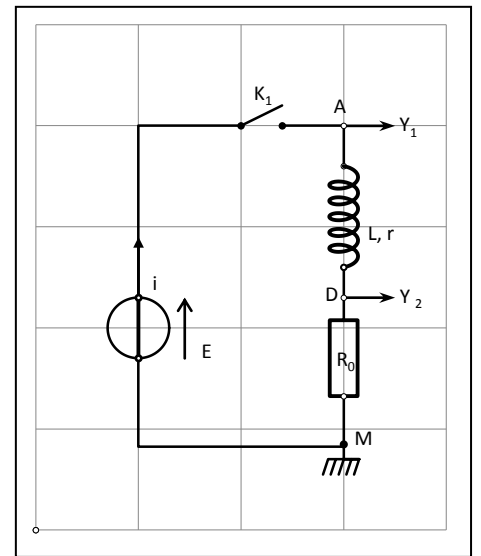
b. Puisque S<sub>3</sub> est diluée cinq fois par rapport à S<sub>1</sub>, pour préparer S<sub>3</sub> à partir de S<sub>1</sub> il faut :

- Prèlever 10 mL de la solution (S<sub>1</sub>) à l'aide de la pipette jaugée de 10mL.
- Verser le contenu de la pipette dans la fiole jaugée de 50 mL.
- Remplir la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

## PHYSIQUE (11 points)

### Exercice1 (3.5 points)

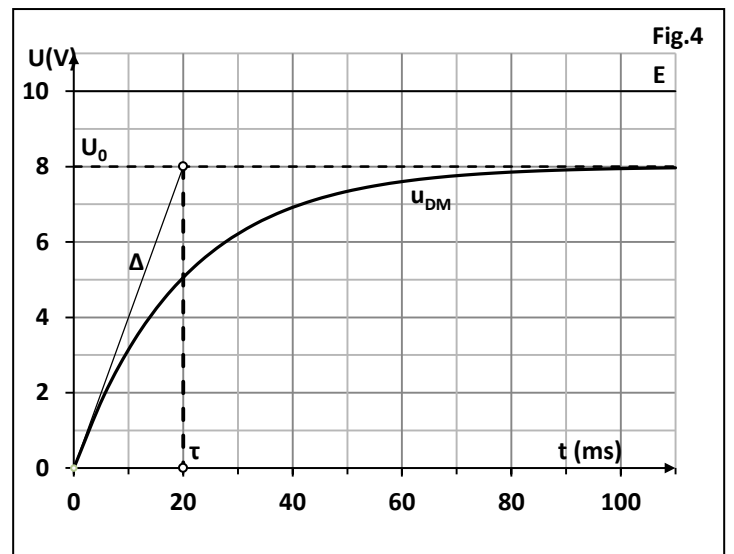
- En régime permanent, la tension d'une bobine ne peut être non nulle que lorsqu'elle possède une résistance, en effet la composante  $(\frac{di}{dt})$  s'annule dans ce régime (le courant  $i$  devient constant).
- Connexions : Voir figure.
  - La tension  $u_{AM}$  correspond à la tension constante aux bornes du générateur de tension, de ce fait, la courbe de la figure 3 correspond à la tension variable  $u_{DM}$  aux bornes du conducteur ohmique.



c. La loi des mailles relative au circuit étudié s'écrit :

$$u_{AD} + u_{DM} + u_{MA} = 0 \rightarrow u_{AM} = u_{AD} + u_{DM} \rightarrow \text{En régime permanent: } E = U_1 + U_0.$$

d. Graphiquement :  $U_0 = 8V$  c'est-à-dire :  $E = 2 + 8 = 10V$ .



### 3. Equation différentielle

Le sens arbitraire de parcours est le sens **trigonométrique**. la loi des mailles s'écrit :

$$u_{AD} + u_{DM} + u_{MA} = 0 \rightarrow u_{AD} + u_{DM} = E$$

Le sens du courant choisit est contraire à celui des vecteurs des tensions  $u_{AD}$  et  $u_{DM}$ .

D'après la convention récepteur :  $u_{AD} = L \frac{di}{dt} + ri = \frac{L}{R_0} \frac{du_{DM}}{dt} + \frac{r}{R_0} u_{DM}$  (En effet :  $i = \frac{u_{DM}}{R_0}$ )

L'équation(1) s'écrit :  $\frac{L}{R_0} \frac{du_{DM}}{dt} + \left(\frac{r}{R_0} + 1\right) u_{DM} = E$

$\rightarrow \frac{L}{R_0} \frac{du_{DM}}{dt} + \left(\frac{r + R_0}{R_0}\right) u_{DM} = E$  ; on multiplie les membres de l'équation par :  $\frac{R_0}{R_0 + r}$  :

$$\frac{L}{R_0 + r} \frac{du_{DM}}{dt} + u_{DM} = \left(\frac{R_0}{R_0 + r}\right) E \rightarrow \tau \frac{du_{DM}}{dt} + u_{DM} = E - \frac{r}{R_0 + r} E = E - r \cdot \frac{E}{R_0 + r}$$

Or, en régime permanent, la bobine est équivalente à un conducteur ohmique de résistance  $r$ . C'est-à-dire :  $U_1 = r \cdot I_0$

Or, d'après la loi de Pouillet en régime permanent :  $I_0 = \frac{E}{R_0 + r}$ . C'est-à-dire :  $U_1 = r \cdot \frac{E}{R_0 + r}$  On aura :

$$\tau \frac{du_{DM}}{dt} + u_{DM} = E - U_1 = U_0$$

L'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension  $u_{DM}$  s'écrit alors :

$$\tau \frac{du_{DM}}{dt} + u_{DM} = U_0$$

b.  $U_1 = \frac{E r}{R_0 + r} \rightarrow r = \frac{R_0 U_1}{-U_1 + E} \stackrel{A.N}{=} \frac{20 \times 2}{-2 + 10} = 5\Omega$

c. Graphiquement :  $\tau = 20 \text{ ms}$ . D'où :  $L = \tau (R_0 + r) \stackrel{A.N}{=} 0.02 (20 + 5) = 0.5 \text{ H}$ .

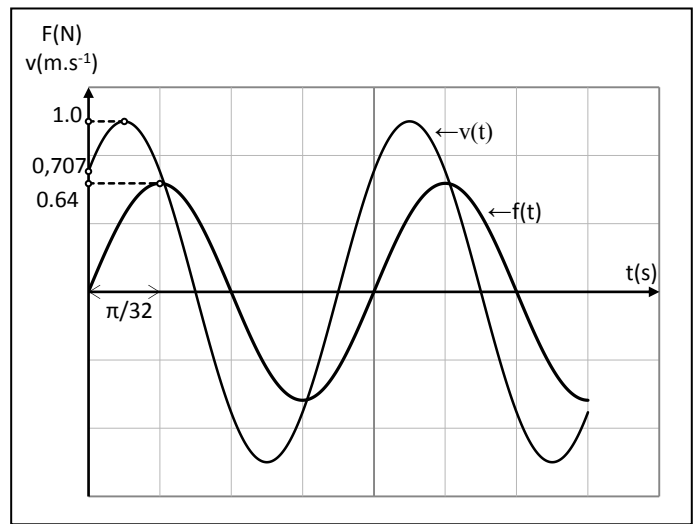
**Exercice 2 (4.5 Points)**

1. a. On a :  $\vec{F} = F_m \sin(2\pi Nt) \vec{i}$ . C'est-à-dire à  $t = 0$  :  $\mathbf{F(0)} = \mathbf{0}$ . Or, seule la courbe  $C_2$  correspond à une fonction qui prend initialement une valeur nulle. Par la suite  $C_2$  correspond à  $f(t)$  et  $C_1$  correspond à  $v(t)$ .

b. Graphiquement :

- $V_m = 1 \text{ m.s}^{-1}$  et  $F_m = 0.64 \text{ N}$ .
- $N_1 = \frac{1}{4 \times \frac{\pi}{32}} = \frac{8}{\pi} \text{ Hz}$  ;  $v(t) = V_m \sin(2\pi Nt + \varphi_v)$   
et à  $t = 0$  :  $v(0) = V_m \sin(\varphi_v) = 0.707 \text{ m.s}^{-1}$ .

D'où  $\sin(\varphi_v) = 0.707 \approx \frac{\sqrt{2}}{2}$  ; C'est-à-dire  $\varphi_v = \frac{\pi}{4}$  ou  $\varphi_v = -\frac{\pi}{4}$ . Or à  $t = 0$  :  $\frac{dv}{dt} > 0$  d'où :  $\varphi_v = \frac{\pi}{4}$ .



2. Analogie électrique – mécanique :

a.

électrique	mécanique
$U_m$	$F_m$
$I_m$	$V_m$
<b>R</b>	<b>h</b>
<b>L</b>	<b>m</b>
$\frac{1}{C}$	<b>k</b>

b. Pour un circuit RLC en régime forcé :  $\cos(\varphi_i - \varphi_u) = \frac{U_{Rm}}{U_m} = \frac{R \cdot I_m}{U_m}$ .

Par analogie électrique – mécanique :  $\cos(\varphi_v - \varphi_F) = \frac{h \cdot V_m}{F_m} = \cos(\varphi_v) = \frac{1}{\sqrt{2}}$  d'où :  $h = \frac{F_m}{V_m \sqrt{2}} \stackrel{A.N}{=} \frac{0.64}{1 \times \sqrt{2}} = 0.45 \text{ kg.s}^{-1}$ .

c. Pour un circuit RLC en régime forcé :  $\tan(\varphi_i - \varphi_u) = \frac{\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL}{h}$

Par analogie électrique – mécanique :  $\tan(\varphi_v - \varphi_F) = \frac{\frac{k}{2\pi N} - 2\pi Nm}{h}$

D'où :  $k = 2\pi N (h \cdot \tan(\varphi_v - \varphi_F) + 2\pi Nm) \stackrel{A.N}{=} 2\pi \cdot \frac{8}{\pi} \cdot (0.45 \times \tan(\frac{\pi}{4}) + 2\pi \times \frac{8}{\pi} \times 0.05) : k = 20 \text{ N.m}^{-1}$ .

3. a. Pour un circuit RLC en régime forcé, Lorsque l'amplitude  $I_m$  du courant prend sa valeur la plus grande  $I_{m0}$ , le système  $\{(C) + (L)\}$  devient le siège d'une résonance d'intensité ; par analogie électrique – mécanique :

Lorsque l'amplitude  $V_m$  de la vitesse prend sa valeur la plus grande  $V_{m0}$ , le système  $\{(R) + (S)\}$  devient le siège d'un phénomène physique appelé résonance de vitesse.

b.  $N_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \stackrel{A.N}{=} \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{20}{0.05}} = \frac{10}{\pi} \text{ Hz}$

$V_{m0} = \frac{F_m}{h} \stackrel{A.N}{=} \frac{0.64}{0.45} = 1.42 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $\varphi'_v = 0 \text{ rad}$ .

### Exercice 3 : Texte (3 Points)

#### Document : ... Et qui respire du radon

01 Le radon ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ ) est un élément radioactif naturel, qui fait partie de la famille radioactive de l'uranium 238. Il est  
02 issu de la désintégration du radium ( $^{226}_{88}\text{Ra}$ ) et se désintègre à son tour en quelques jours en polonium ( $^{218}_{84}\text{Po}$ ), en  
03 émettant une particule alpha ( $^4_2\text{He}$ ). Le radon, de période relativement courte (**3,8 jours**), constitue la principale  
04 source de radioactivité à laquelle l'homme est exposé, en effet il est le seul des descendants de l'uranium à être  
05 gazeux. S'échappant des sous-sols volcaniques et granitiques ainsi que de certains matériaux de construction, le  
06 radon est présent partout à la surface de la terre et hante nos maisons.

07 A long terme, le seul risque connu lors d'une exposition à des concentrations élevées est de développer un  
08 cancer de poumon. En effet, le gaz radon et ses descendant présents dans l'air peuvent être présents dans l'air  
09 peuvent être emprisonnés dans les poumons où ils se désintègrent et émettent des particules **alpha**. Ces particules  
10 libèrent une énergie qui est absorbée par le tissu pulmonaire et endommage celui-ci.

11 En vue de limiter ce risque, des moyens de protection sont recommandés par l'organisation mondiale de la  
12 santé dès le dépassement de **100 becquerels** par mètre cube, tel que l'aération des logements qui permet de  
13 limiter l'accumulation du radon. En cas d'exposition plus importante, il est recommandé de renforcer l'étanchéité  
14 des murs et des sols.

Jacqueline Denis-Lempereur (Sciences et vie n°846, mars 1988)

- a. Le danger provoqué par l'exposition à des concentrations élevées du gaz radon est le développement du cancer de poumons.  
b. Pour limiter les risques d'exposition au gaz radon on peut aérer les logements ou renforcer l'étanchéité des murs et des sols.

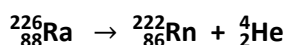


- Conservation du nombre de masse :  $222 + A' = 226 \rightarrow A' = 4$ .

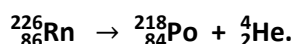
La particule  $^{A'}_{Z'}\text{X}$  est ainsi une particule alpha :  $^4_2\text{He}$ . La désintégration devient :  $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$ .

**Remarque importante** : Cette question semble ne pas être pertinente, en effet, l'identification de la particule alpha exige la détermination, non seulement du nombre de masse, mais aussi le nombre de charge !

- Conservation du nombre de charge :  $z + 2 = 88 \rightarrow z = 86$ . La réaction de désintégration devient alors :



- Conservation du nombre de charge :  $z + 2 = 86 \rightarrow z = 84$ . La réaction de désintégration devient alors :



3. On a  $A_{\min} = \lambda N_{\min} = \frac{\ln 2}{T} N_{\min} \rightarrow N_{\min} = \frac{T}{\ln 2} A_{\min} = \frac{A.N}{\ln 2} = \frac{3.8 \times 3600 \times 24}{\ln 2} 100 \rightarrow N_{\min} = 4.737 \times 10^7$  : nombre minimum de noyaux de radon, présents dans un mètre cube, nécessitant la mise en œuvre des moyens de protection.