

**CHIMIE** (7pts) Saponification de l'éthanoate d'éthyle.

L'équation chimique associée à la réaction s'écrit :



À un instant choisi comme date  $t = 0$ , on introduit de l'éthanoate d'éthyle dans un bécher contenant une solution de soude. On obtient un volume  $V = 100,0 \text{ mL}$  de solution où les concentrations de toutes les espèces chimiques valent  $c_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = 10 \text{ mol.m}^{-3}$ . La température est maintenue égale à  $30^\circ\text{C}$ . On plonge dans le mélange la sonde d'un conductimètre qui permet de mesurer à chaque instant la conductivité  $\sigma$  de la solution. Le tableau ci-dessous regroupe quelques valeurs.

t en min	0	5	9	13	20	27	$\infty$
$\sigma$ en $\text{S.m}^{-1}$	0,250	0,210	0,192	0,178	0,160	0,148	0,091

**1. Évolution de la transformation.**

Soit  $x(t)$  l'avancement de la transformation à un instant  $t$ .

Compléter le tableau fourni en annexe à rendre avec la copie. **(0.50)**

Dans ce tableau  $t = \infty$  correspond à un instant de date très grande où la transformation chimique est supposée terminée.

**2. La conductivimètre.**

**2.1.** Quelles sont les espèces chimiques responsables du caractère conducteur de la solution ? **(0.50)**

**2.2.** Pourquoi la conductivité de la solution diminue-t-elle ? **(0.50)**

Données : conductivités molaires ioniques  $\lambda$  en  $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

ion  $\text{Na}^+(\text{aq})$  :  $\lambda_{\text{Na}^+} = 5,0 \times 10^{-3}$  ; ion  $\text{HO}^-(\text{aq})$  :  $\lambda_{\text{HO}^-} = 2,0 \times 10^{-2}$  ; ion  $\text{A}^-(\text{aq})$  :  $\lambda_{\text{A}^-} = 4,1 \times 10^{-3}$

**2.3.** Exprimer  $\sigma_t$ , valeur de la conductivité de la solution à un instant  $t$  en fonction de  $c_0$ ,  $V$ ,  $x(t)$  et des conductivités molaires ioniques. **(0.75)**

**2.4.** Les expressions de  $\sigma_0$  et  $\sigma_\infty$ , valeurs de la conductivité de la solution à l'instant  $t = 0$  et au bout d'une durée très grande, sont :  $\sigma_0 = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{HO}^-}) \cdot c_0$  ;  $\sigma_\infty = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{A}^-}) \cdot c_0$

Justifier ces expressions. **(0.75)**

**2.5.** Montrer que l'avancement  $x(t)$  peut être calculé par l'expression :

$$x(t) = c_0 V \frac{\sigma_0 - \sigma_t}{\sigma_0 - \sigma_\infty}. \quad \text{(0.50)}$$

**3. Étude cinétique.**

La relation trouvée au 2.5. permet de calculer les valeurs de l'avancement  $x(t)$  à chaque instant. Le graphe fourni en annexe à rendre avec la copie représente l'évolution de l'avancement  $x(t)$  en fonction du temps.

**3.1.** Donner l'expression de la vitesse volumique de réaction en précisant les unités. **(0.50)**

**3.2.** Expliquer la méthode permettant d'évaluer graphiquement cette vitesse à un instant donné. **(0.50)**

**3.3.** Comment évolue cette vitesse au cours de la transformation chimique ? Quel est le facteur cinétique mis en jeu ? **(0.50)**

**3.4.** Calculer l'avancement maximal. **(0.75)**

3.5. Définir le temps de demi-réaction. Trouver sa valeur à partir du graphe fourni en annexe. (0.75)

3.6. On reproduit la même expérience à une température de 20°C.

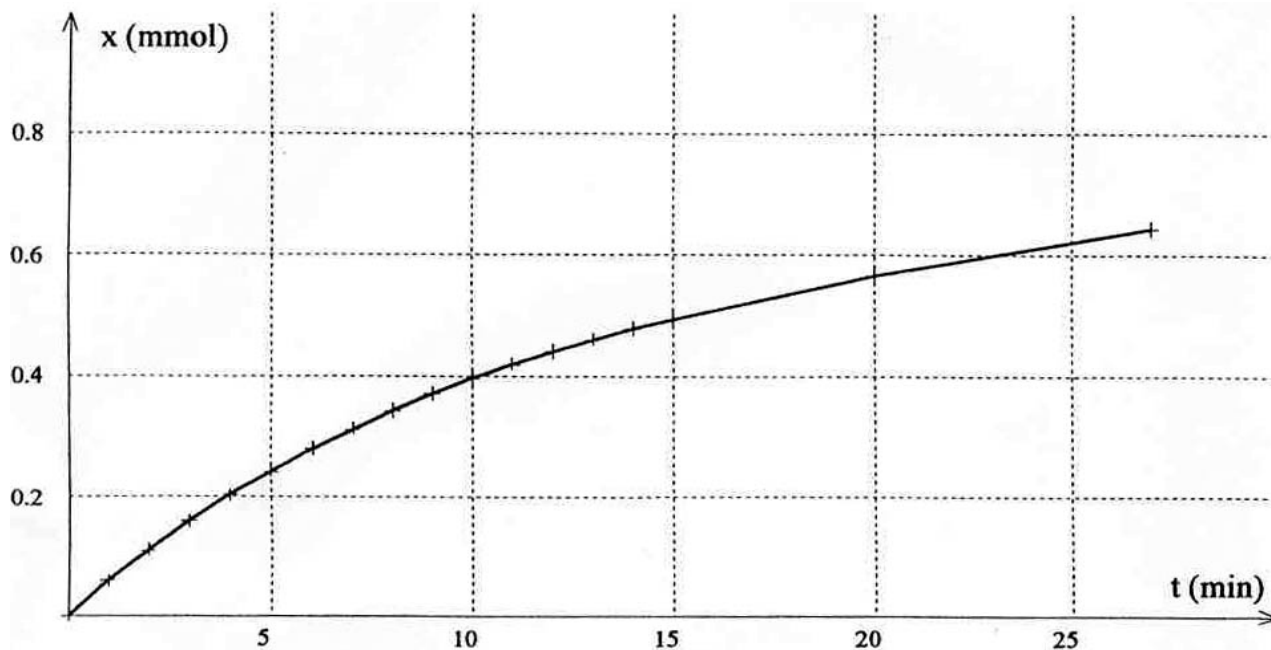
Tracer, sur le graphe fourni en annexe à rendre avec la copie, l'allure de la courbe obtenue. On justifiera le tracé. (0.50)

**À rendre avec la copie**

Annexe1

Réaction		$C_4H_8O_2(aq) + Na^+(aq) + HO^-(aq) = Na^+(aq) + CH_3CO_2^-(aq) + C_2H_5OH(aq)$					
instant	avancemen t						
0	0	$c_0 \cdot V$	$c_0 \cdot V$	$c_0 \cdot V$	$c_0 \cdot V$	0	0
t	x(t)		$c_0 \cdot V$		$c_0 \cdot V$		
$\infty$	$X_{max}$		$c_0 \cdot V$		$c_0 \cdot V$		

Annexe2



**PHYSIQUE**

**ONDES (2.50pts)** : L'échographie qui utilise les ondes ultrasonores est considéré comme une méthode pour déterminer l'épaisseur des couches souterraines.

Le but de cet exercice est de déterminer la célérité des ondes ultrasonores dans l'air et de déterminer l'épaisseur d'une couche de pétrole.

1-Célérité des ondes ultrasonores dans l'air :

On pose sur la même droite un émetteur E et deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ , distants de  $d=0.5m$ . on observe sur l'oscilloscope à deux entrées  $Y_1$  et  $Y_2$  les signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$  et on obtient la fig2. A représente le début du signal reçu par  $R_1$  et B le début du signal reçu par  $R_2$ .

- 1-1- A l'aide du fig2 déterminer la valeur de  $\tau$  retard entre les deux signaux. (0.50)
- 1-2- Trouver  $V_{air}$ ; célérité des ondes ultrasonores dans l'air. (0.50)
- 1-3- Écrire l'expression de l'élongation  $Y_B(t)$  du point B à un instant t en fonction de celle de A. (0.50)

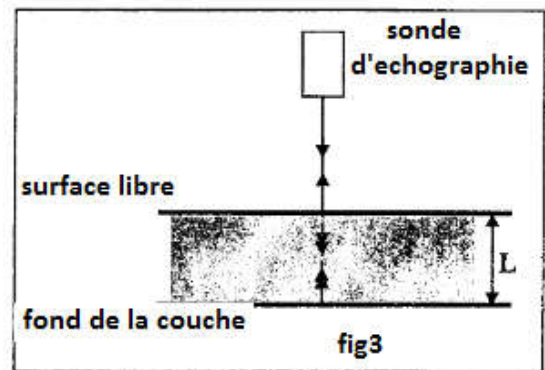
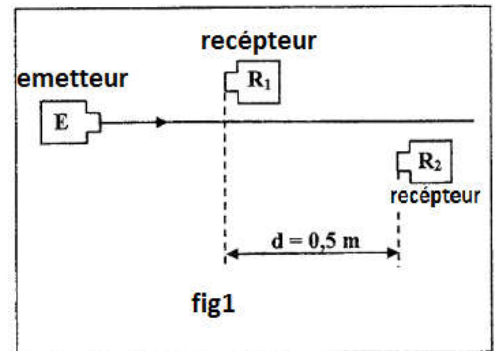
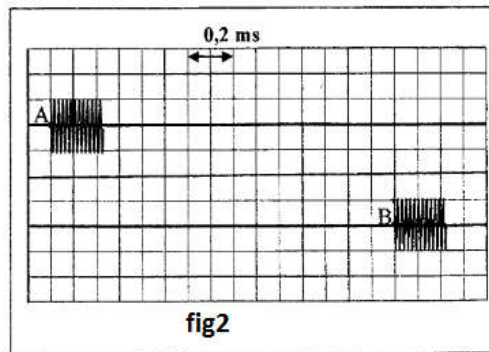
2- Détermination de l'épaisseur de la couche :

Pour déterminer l'épaisseur L de la couche du pétrole on utilise une sonde d'échographie .

A l'instant  $t=0$  la sonde émet une onde ultrasonore perpendiculairement à la surface libre de la couche du pétrole. une partie de l'onde émise se réfléchit et l'autre partie se propage dans le pétrole et réfléchit au fond de la couche.

A l'instant  $t_1$  le capteur détecte le signal  $P_1$  correspondant à l'onde réfléchi sur la surface de la couche du pétrole et à l'instant  $t_2$  détecte le signal  $P_2$  celui de l'onde réfléchi par le fond.

Trouver l'épaisseur L de la couche du pétrole sachant que la célérité des ondes ultrasonores dans le pétrole est :  $v=1.3 \text{ km/s}$ . (1.00)



**RADIOACTIVITE (10.50 pts)**

Les parties

1 et 2 sont indépendantes

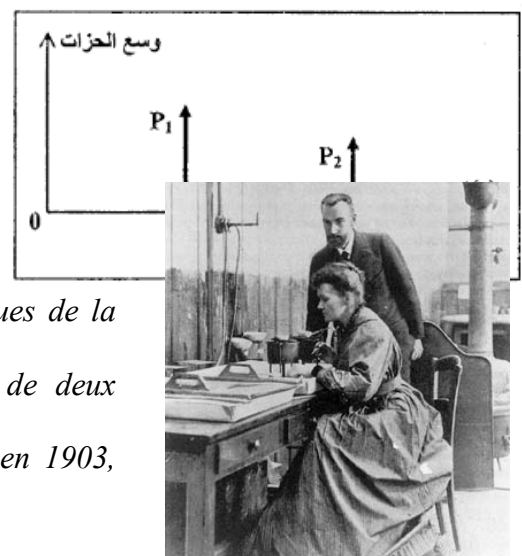
1. La radioactivité naturelle

A partir des travaux d'Henri Becquerel sur l'uranium, c'est en 1898 que Marie et Pierre Curie découvrent la propriété atomique qu'ont certains éléments lourds d'émettre spontanément un rayonnement.

Marie Curie donnera le nom de radioactivité à cette propriété persistante dans tous les états chimiques et physiques de la matière.

C'est également en 1898 qu'ils annoncent la découverte de deux nouveaux éléments radioactifs : le polonium et le radium.

Leurs travaux seront couronnés par deux prix Nobel, l'un en 1903, l'autre en 1911.



Données :

Noyau	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^4_2\text{He}$	neutron	proton
Masse en u	225,9791	221,9703	4,00150	1,008665	1,007276

- Unité de masse atomique :  $1 u = 1,66606 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- $1 \text{ an} \approx 365,25 \text{ j}$  ; célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- $1 u = 931.5 \text{ Mev}/c^2$
- $1 \text{ MeV} = 1,60 \times 10^{-13} \text{ J}$
- Masse molaire du radium :  $M = 226,0 \text{ g.mol}^{-1}$

- 1.1. Calculer l'énergie de liaison par nucléon  $\xi$  de chaque noyau et déduire le noyau le plus stable. **(1.25)**
- 1.2. Le becquerel est une unité de mesure utilisée en radioactivité, donner sa définition. **(0.25)**
- 1.3. Le noyau de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre spontanément en donnant un noyau de radon  ${}^A_{Z}\text{Rn}$  lui-même radioactif et une particule alfa  ${}^4_2\text{He}$ 
  - 1.3.1. Donner la composition du noyau de radium. **(0.50)**
  - 1.3.2. Écrire l'équation de la réaction de désintégration du radium. **(0.50)**
  - 1.4.1. Déterminer l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de radium, on la notera  $E$  et on l'exprimera en Mev puis en joules. **(1.00)**
  - 1.4.2. Déduire l'énergie libérée par 1g du radium. **(0.75)**
  - 1.4.3. 90% de l'énergie libérée par un noyau du radium est transformée en énergie cinétique des particules  $\alpha$  calculer la vitesse des particules  $\alpha$ . **(0.75)**
- 1.5. L'activité d'un gramme de radium est égale à  $A = 3,70 \times 10^{10} \text{ Bq} = 1 \text{ Curie}$ .
  - 1.5.1. Déterminer le nombre  $N$  de noyaux de radium présents dans l'échantillon de 1g. **(0.75)**
  - 1.5.2. Calculer le temps de demi-vie  $t_{1/2}$  du radium. **(0.50)**
  - 1.5.3. Pour tout instant  $t = n \cdot t_{1/2}$  montrer que  $N(t) = \frac{N_0}{2^n}$  **(1.00)**
  - 1.5.4. Au bout de combien de temps les  $\frac{3}{4}$  des noyaux de radium seront-ils désintégrés ? **(0.75)**

## 2 - La radioactivité artificielle

*Irène et Frédéric Joliot-Curie découvrent en 1934 la radioactivité artificielle, ce qui leur vaudra le prix Nobel de physique en 1935.*

*Ils ont notamment réussi la synthèse du phosphore 30 ( ${}^{30}_{15}\text{P}$ ), isotope radioactif du phosphore 31 ( ${}^{31}_{15}\text{P}$ ).*

*Le phosphore 30, produit artificiellement, se transforme spontanément par désintégration  $\beta^+$  en silicium 30 ( ${}^{30}_{14}\text{Si}$ ), noyau obtenu directement dans son état fondamental.*

*La diversité des radioéléments artificiels a permis leur utilisation dans les domaines de la médecine, la biologie, l'astrophysique, la géophysique, la radiothérapie, la datation...*



### 2.1. Exploitation du texte

- 2.1.1. Quelle est la différence entre la radioactivité naturelle et la radioactivité artificielle ? **(0.50)**
- 2.1.2. Pourquoi le phosphore 30 est-il dit isotope du phosphore 31 ? **(0.25)**

### 2.2. Désintégration du phosphore 30

**2.2.1.** Donner le nom et le symbole de la particule émise lors d'une désintégration  $\beta^+$ . **(0.50)**

**2.2.2.** Écrire l'équation de la désintégration du phosphore 30 en indiquant les lois utilisées. **(0.75)**

**2.2.3.** Y a-t-il émission d'un rayonnement lors de la désintégration du phosphore 30 ?  
Justifier. **(0.50)**