

<i>Discipline</i>	<i>Physique-chimie</i>	<i>Durée</i>	<i>3h</i>
<i>Option</i>	<i>2BAC Science physique</i>	<i>Coefficient</i>	<i>7</i>

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé

Le sujet comporte 5 exercices

CHIMIE (7 points)

*La cinétique chimique
Etude d'une solution d'acide benzoïque*

Physique (1) :(2.25points) Et Physique (2) :(6.25points)

Ondes mécanique et lumineuses

Physique (3) :(4.5points)

Evolution en fonction du temps de la radioactivité du polonium.

Chimie (7 points)

Partie 1 : étude cinétique d'une réaction chimique

On se propose dans cette partie d'étudier la cinétique de la réaction de iodure de potassium avec la solution de peroxodisulfate.

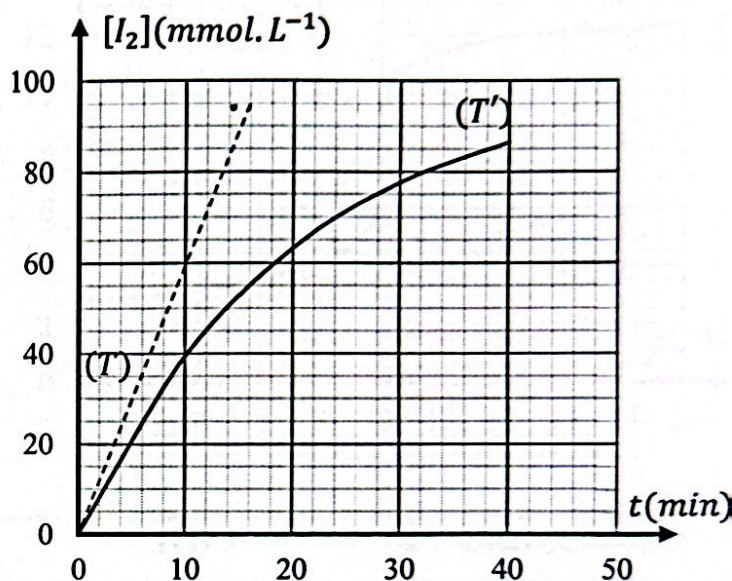
à l'instant $t = 0$ min on verse dans un bécher un volume $V_1 = 0.5L$ de solution de iodure de potassium (K^+ ; I^-) de concentration molaire $C_1 = 0.4mol/L$ puis on y ajoute un volume $V_2 = 0.5L$ de solution de peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ de concentration molaire $C_2 = 0.2mol/L$, il se produit une réaction modélisée par l'équation chimique suivante :

$$2 I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2 SO_4^{2-}$$

La courbe ci-dessous représente l'évolution de la concentration de diiode $[I_2]$ en fonction du temps.

Les droites (T) et (T') représentent respectivement les tangentes à la courbe au point d'abscisse $t=0$ min et $t=30$ min.

- 1) Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs $n_i(I^-)$ et $n_i(S_2O_8^{2-})$. (0,5 pt)
- 2) Dresser le tableau descriptif d'avancement de la réaction et trouver la valeur de l'avancement maximal x_{max} . (0,5 pt)
- 3) Déterminer $t_{1/2}$ le temps de demi-réaction. (0,5 pt)
- 4) Montrer que l'expression de la vitesse volumique de la réaction est donnée par $v(t) = \frac{d[I_2]}{dt}$ (0,5 pt)
- 5) Calculer la valeur de la vitesse volumique de la réaction aux instants $t = 0$. (0,5 pt)



Partie 3 : Etude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque

L'acide méthanoïque (appelé aussi acide formique) est le plus simple des acides carboxyliques. Sa formule chimique est $HCOOH$. Sa base conjuguée est l'ion méthanoate de formule $HCOO^-$. Il s'agit d'un acide qui se présente sous forme de liquide incolore à odeur pénétrante.

On se propose dans cette partie de déterminer la valeur du pK_A du couple $HCOOH/HCOO^-$ et de déterminer la concentration d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque par dosage pH-métrique.

Données :

- On néglige l'effet des ions HO^- sur la conductivité de la solution.
- $\lambda_1 = \lambda_{HCOO^-} = 5.46 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ et $\lambda_2 = \lambda_{H_3O^+} = 35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

A. Détermination du pK_A du couple $HCOOH/HCOO^-$

On prépare une solution aqueuse (S) de l'acide méthanoïque $HCOOH$ de concentration $C = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et de volume V , la mesure de la conductivité σ de la solution (S) donne la valeur $\sigma = 13,75 \text{ mS.m}^{-1}$ à 25°C .

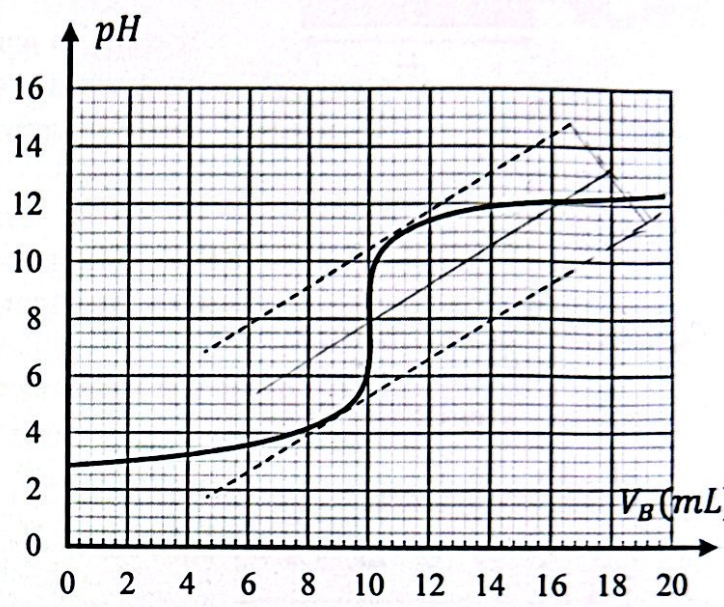
- 1) Écrire l'équation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau. (0,5 pt)
- 2) Montrer que l'expression du taux d'avancement final de la réaction est $\tau = \frac{\sigma}{C \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)}$ calculer sa valeur. (0,5 pt)
- 3) Trouver l'expression du quotient de la réaction à l'équilibre $Q_{réq}$ en fonction de C et τ . calculer sa valeur. (0,5 pt)
- 4) Montrer que la valeur du pK_A du couple $HCOOH/HCOO^-$ est $pK_A = 3.75$ (0,5 pt)

5) Montrer que le pH de la solution a pour expression : $\text{pH} = \log 2 - \log(\sqrt{K_A^2 + 4K_A \cdot C} - K_A)$ avec K_A la constante d'acidité du couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$. (0,75 pt)

B. Dosage de l'acide méthanoïque

On dose le volume $V_A = 5\text{mL}$ d'une solution aqueuse (S_A) de l'acide méthanoïque HCOOH de concentration molaire C_A par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+; \text{HO}^-$) de concentration molaire $C_B = 5 \cdot 10^{-2} \text{molL}^{-1}$

La courbe ci-contre, représente les variations du pH en fonction du volume V_B versé.



- 1) Etablir l'équation de la réaction de ce dosage. (0,5 pt)
- 2) Calculer la concentration molaire C_A . (0,5 pt)
- 3) Choisir, en justifiant la réponse l'indicateur coloré adéquat pour repérer l'équivalence. (0,25 pt)
- 4) Préciser l'espèce chimique prédominante après l'ajout de $V_B = 14 \text{mL}$. (0,5 pt)

Données :

Les zones de virage de quelques indicateurs colorés :

Indicateur coloré	Hélianthine	B.B.T	Bleu de thymol
Zone de virage	3.1-4.4	6-7.6	7.8-9.6

Physique (1) . (2.25 Pts)

Une perturbation se propage de gauche à droite le long d'une corde (figure 1) avec une célérité $V = 10,0 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- 1.1. Cette onde est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier. (0,5 pt)
- 1.2. La photo de la corde ci-contre a été prise à une date t . Déterminer t (0,5 pt)

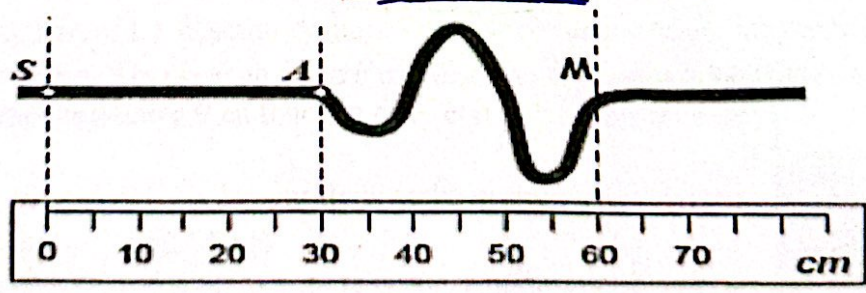


Figure 1

- 1.3. La relation entre l'élongation de S et M en justifiant votre réponse: (0,5 pt)

1	$Y_S(t) = Y_M(t + 6)$	2	$Y_S(t) = Y_M(t + 0.06)$ ✓	3	$Y_S(t) = Y_M(t - 0.06)$
---	-----------------------	---	----------------------------	---	--------------------------

- 1.4. Quelle est la longueur de la perturbation ? Quelle est sa durée ? (0,75 pt)

Physique (2) .(6.25Pts)

Pour déterminer les propriétés de propagation des ondes (sonores / lumineuses), on réalise l'expérience ci-contre (figure 3) en utilisant :

- Un émetteur $E1$ des ondes sonores
- Un émetteur $E2$ des ondes lumineuses
- Deux récepteurs $A1$ et $A2$ des ondes sonores
- Deux récepteurs $B1$ et $B2$ des ondes lumineuses
- Une cuve remplie d'eau avec $L = 15\text{cm}$

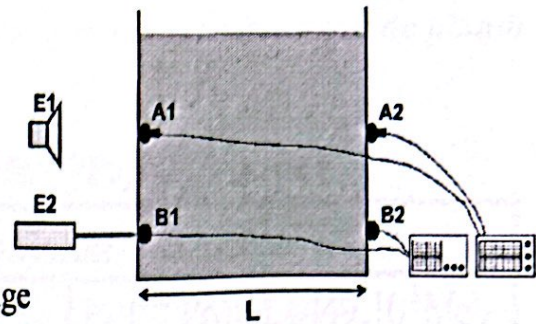


Figure 3

L'émetteur $E1$ émet une onde sonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par $A1$ et $A2$. Les deux signaux qui sont reçus par les deux récepteurs successivement, sont visualisés à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les deux signaux sous forme de raies verticales (figure 4)

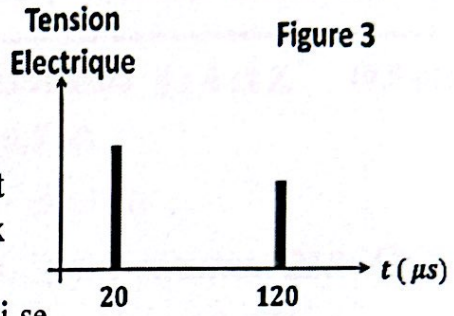


Figure 4

1. Calculer la **célérité** des ondes sonores dans l'eau. (0,75 pt)
2. Si on vide la cuve d'eau, la vitesse de propagation des ondes sonores devient $V_0 = 340\text{m.s}^{-1}$, calculer la nouvelle valeur de **durée de temps** entre les deux signaux, conclure. (0,75 pt)

L'émetteur $E2$ (LASER) émet une radiation lumineuse progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par $B1$ et $B2$. Les deux signaux qui sont reçus par les deux récepteurs successivement, sont visualisés à l'aide d'un oscilloscope (figure 5)

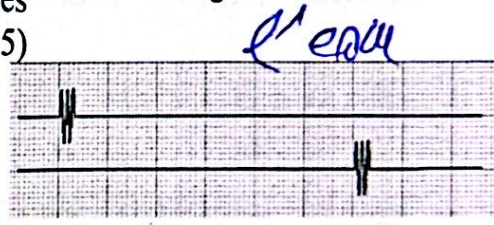


Figure 5

- Sensibilité horizontale : 0.11ns/div
- La célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8\text{m/s}$
- La longueur d'onde de la radiation lumineuse dans le vide $\lambda_0 = 460\text{nm}$

3. Calculer la **fréquence** de la radiation lumineuse dans le vide ? (0,5 pt)
4. Déterminer la **célérité V** de la radiation lumineuse dans l'eau. (0,75 pt)
5. Calculer la valeur de L '**indice de réfraction n** de l'eau. (0,5 pt)
6. En déduire la **longueur d'ondes λ** de la radiation lumineuse dans l'eau. (0,5 pt)
7. Lorsqu'une onde lumineuse traverse un obstacle avec une fente de largeur a , les ondes lumineuses changent de direction, **comment s'appelle ce phénomène ? Quelles sont ses conditions ? Quelle propriété porte-t-elle sur la nature de la lumière ?** (0,75 pt)

On place maintenant dans l'eau, devant Le faisceau de lumière monochromatique, de longueur d'onde λ , une fente F verticale rectangulaire, de largeur a . On place un écran à une distance D de cette fente (figure 6)

8. Donner l'expression de l'**écart angulaire θ** en fonction de λ et a puis en fonction de λ_0 , a et n (0,5 pt)
9. Trouver la relation entre λ , a , D et L (la largeur de la tache centrale) sachant que $\tan \theta \approx \theta$ (0,75 pt)
10. Calculer le **rapport $\frac{L_{vide}}{L_{eau}}$** (avec L_{vide} : la largeur de la tache centrale dans le vide et L_{eau} : la largeur de la tache centrale dans l'eau) (0,5 pt)

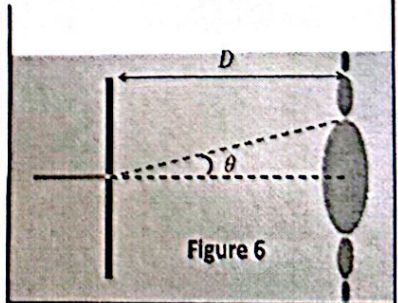


Figure 6

Physique (3) (4,5Pts) :

Evolution en fonction du temps de la radioactivité du polonium.

Le noyau de polonium ${}_{84}^{210}\text{Po}$ se désintègre spontanément pour se transformer en un noyau de plomb ${}_{82}^A\text{Pb}$ avec émission d'une particule α .

On donne : $1u=931,5\text{MeV}/c^2$; $N_A=6,02 \cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$; $M({}^{210}\text{Po})=210\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Les énergies de liaison des noyaux		
$E_l(\alpha) = 28,2989\text{MeV}$	$E_l(\text{Pb}) = 1,6220 \cdot 10^3\text{MeV}$	$E_l({}^{210}\text{Po}) = 1,6449 \cdot 10^3\text{MeV}$

- 1) Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire en déterminant les valeurs de A et Z. (0,5 pt)
- 2) Calculer en MeV ΔE l'énergie de transformation. (0,5 pt)
- 3) Déduire en MeV l'énergie libérée par cette transformation. (0,25 pt)
- 4) Calculer en MeV l'énergie libérée par la désintégration de 4,7g de polonium 210. (0,75 pt)
- 5) Soit $N_0(\text{Po})$ le nombre de noyaux de polonium présents dans un échantillon à l'instant $t_0 = 0$.

Soit $N(\text{Po})$ le nombre de noyaux de polonium restants dans le même échantillon à l'instant t.

Soit $N_D(\text{Po})$ le nombre de noyaux de polonium désintégrés à l'instant $t = 4t_{1/2}$.

5-1) Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes : (0,75 pt)

(a) $N_D = \frac{N_0(\text{Po})}{8}$	(b) $N_D = \frac{N_0(\text{Po})}{16}$	(c) $N_D = \frac{N_0(\text{Po})}{4}$	(d) $N_D = \frac{15N_0(\text{Po})}{16}$
--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	---

5-2) La courbe ci-dessous représente les variations de

$\ln\left(\frac{N_0(\text{Po})}{N(\text{Po})}\right)$ en fonction du temps t.

A l'aide de cette courbe, montre que la demi-vie $t_{1/2}$ du polonium est $t_{1/2} = 138$ jours. (0,75 pt)

5-3) Sachant que l'échantillon ne contient pas du plomb à $t=0$ et on pose $r = \frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Po})}$

l'instant t, où $N(\text{Pb})$ est le nombre de noyaux de plomb formés à cet instant.

5-3-1) Montrer que : $t = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \ln(1+r)$. (0,75 pt)

5-3-2) Déterminer en jours, l'instant t_1 pour lequel le rapport (0,25 pt)

$$r = \frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Po})} = \frac{2}{5}$$

