

**CHIMIE (9 pts)**

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e=10^{-14}$ .

**Exercice n°1 : (4 pts)**

On dispose de quatre composés chimiques, pour les classer selon leurs caractères acido-basiques.

On prépare, avec chacun d'eux, une solution aqueuse de concentration molaire  $C=10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$  chacune.

Solution	(S <sub>A</sub> )	(S <sub>B</sub> )	(S <sub>C</sub> )	(S <sub>D</sub> )
Composé	NH <sub>3</sub>	HF	HClO	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N
pK <sub>A</sub>	9,20	3,20	7,50	4,60

On rappelle que pour une solution aqueuse :

- d'un monoacide faible :  $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_A - \log C)$  (1)
- d'une monobase faible :  $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_A + \text{pK}_e + \log C)$  (2)

1/ Reproduire et compléter le tableau en appliquant chacune des relations (1) et (2) à toutes les solutions. {1pt}

Solution aqueuse	(S <sub>A</sub> )	(S <sub>B</sub> )	(S <sub>C</sub> )	(S <sub>D</sub> )
Valeur du pH en appliquant la relation (1)				
Valeur du pH en appliquant la relation (2)				

2/ On donne les valeurs désordonnées du pH des quatre solutions aqueuses : 2,60 ; 4,75 ; 8,30 ; 10,60.

a- Attribuer à chaque solution la valeur du pH qui lui convient. {1pt}

b- Identifier les acides et les bases de cette liste. {1pt}

3/ Ecrire l'équation de la réaction d'ionisation dans l'eau de chacun des quatre composés chimiques. {1pt}

**Exercice n°2 : (5 pts)**

On dispose d'une solution aqueuse S<sub>0</sub> d'une monobase faible B de pH<sub>0</sub>=11,00 et de concentration molaire C<sub>0</sub>.

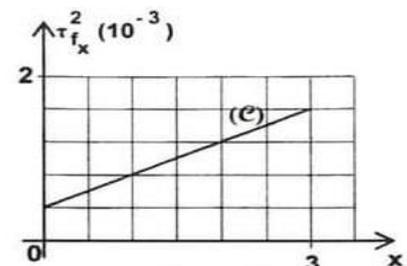
On se propose de déterminer la valeur de C<sub>0</sub> ainsi que celle du pK<sub>a</sub> relatif à la monobase B. Pour ce faire, on prélève un volume V<sub>0</sub> de la solution mère S<sub>0</sub> et on lui ajoute à chaque fois un volume V<sub>ex</sub> d'eau distillée, tel que

$V_{ex} = xV_0$  avec x est un nombre positif ne dépassant pas une certaine valeur bien déterminée.

Ainsi, on prépare différentes solutions aqueuses diluées S<sub>x</sub> de monobase B, chacune de concentration molaire C<sub>x</sub> et de volume  $V_{S_x} = V_0 + V_{ex}$ .

Pour chaque valeur de x, on mesure le pH de la solution S<sub>x</sub>, noté pH<sub>x</sub>.

Un système informatisé d'acquisition des données, permet de calculer le taux d'avancement final  $\tau_{f_x}$  de la réaction d'ionisation de la monobase B dans la solution S<sub>x</sub> correspondante et de tracer la courbe  $\tau_{f_x}^2 = f(x)$ . On obtient la courbe (C) de la figure-1.



1/ Montrer que :  $C_x = \frac{C_0}{x+1}$ . {1pt}

2/ En appliquant une première approximation que l'on donnera, montrer que le taux d'avancement final  $\tau_{f_x}$  de la réaction d'ionisation de la monobase B dans l'eau dans la solution S<sub>x</sub> s'exprime par :  $\tau_{f_x} = \frac{10^{(\text{pH}_x - \text{pK}_e)}}{C_x}$ . {1pt}

3/ a- En appliquant une deuxième approximation que l'on donnera, montrer la relation :

$$C_x \tau_{f_x}^2 = \frac{K_e}{K_a} \quad \text{avec } K_a \text{ est la constante d'acidité du couple acide/base relatif à la monobase B.} \quad \{1\text{pt}\}$$

b- Dédurre la relation  $\tau_{f_x}^2 = ax + b$  ; où a et b sont des constantes que l'on exprimera en fonction de K<sub>e</sub>, K<sub>a</sub> et C<sub>0</sub>. {1pt}

c- En exploitant les relations précédentes et la courbe (C) de la figure-1, déterminer C<sub>0</sub> et pK<sub>a</sub>. {1pt}

4/ En tenant compte des approximations appliquées précédemment, déduire l'expression du pH<sub>0</sub> en fonction de C<sub>0</sub>, pK<sub>a</sub> et pK<sub>e</sub>. Retrouver sa valeur numérique. {1pt}

## PHYSIQUE (11 pts)

### Exercice n°1 : (2 pts)

#### « Etude d'un document scientifique »

« ... Le vent, en passant sur un champ de céréales, fait naître une onde qui se propage à travers tout le champ. Il ya deux mouvements tout à fait différents impliqués, celui de l'onde qui se propage à travers tout le champ et celui des plantes séparées qui subissent seulement de petites oscillations dans la direction de propagation de l'onde. Nous avons tous vu des ondes qui se répandent en cercles de plus en plus larges quand une pierre est jetée dans un bassin d'eau. Là aussi, le mouvement de l'onde est très différent de celui des particules d'eau. Les particules vont simplement de haut en bas. Le mouvement de l'onde est celui d'un état de la matière et non de la matière elle même. Un bouchon de liège flottant sur l'eau le montre clairement, car il se déplace de haut en bas en imitant le mouvement réel de l'eau, au lieu d'être transporté par l'onde... »

*D'après Albert Einstein et Léopold Infeld, L'évolution des idées en physique*

#### Questions :

- 1/ Justifier, à partir du texte, que la propagation d'une onde mécanique se fait sans transport de la matière. {0,5pt}
- 2/ Chercher dans le texte les deux types d'ondes dont l'auteur s'est intéressé. {0,5pt}
- 3/ Ces cercles disparaissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'impact de la pierre. Préciser la cause principale de leur disparition. {0,5pt}
- 4/ L'onde produite par le vent, dans un champ de céréales, constitue-t-elle une onde transversale ou longitudinale ? Justifier à partir du texte. {0,5pt}

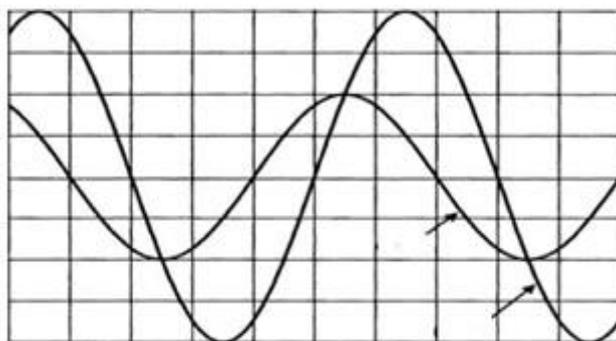
### Exercice n°2 : (4 pts)

On associe en série, un conducteur ohmique de résistance  $R=200\Omega$ , un condensateur de capacité  $C$  et une bobine d'inductance  $L=1,10H$  et de résistance négligeable. L'ensemble est alimenté par un générateur GBF délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale  $u(t)=U_m\sin(2\pi Nt)$ , d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable. À l'aide d'un oscilloscope, on visualise la tension  $u(t)$  aux bornes du GBF et  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur.

- 1/ Pour une valeur de la fréquence  $N=N_1$ , on obtient les courbes de la figure ci-contre, les réglages suivants (la sensibilité verticale pour les deux voies :  $2V.\text{div}^{-1}$ ; le balayage horizontal est :  $1\text{ms}.\text{div}^{-1}$ ).

Déterminer graphiquement:

- la fréquence  $N_1$ , {0,25pt}
- les tensions maximales  $U_m$  de  $u(t)$  et  $U_{cm}$  de  $u_c(t)$ , {0,5pt}
- le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{u_c}$ , {0,25pt}
- En déduire le caractère du circuit. {0,5pt}



- 2/ On fait varier la fréquence  $N$  de la tension  $u(t)$ . Pour une valeur  $N_2$  de  $N$ , la tension  $u_c(t)$  devient en quadrature retard de phase par rapport à  $u(t)$ . Un voltmètre, branché aux bornes de la bobine, affiche la valeur 20V.

- a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité. {0,5pt}
- b- Calculer la valeur de l'intensité efficace  $I_0$  du courant qui circule dans le circuit. {0,25pt}
- c- Déterminer la valeur de la fréquence  $N_2$ . {0,25pt}
- d- Calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. {0,5pt}

- 3/ L'équation différentielle régissant les variations de l'intensité  $i$  du courant circulant dans le circuit RLC série s'écrit :  $Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = u(t)$ .

- a- Montrer que :  $\frac{dE}{dt} = ui - Ri^2$ , où  $E$  désigne l'énergie totale de l'oscillateur RLC. {0,5pt}
- b- En déduire que l'énergie totale  $E$  prend à la résonance d'intensité une valeur constante que l'on calculera. {0,5pt}

### Exercice n°3 : (5 pts)

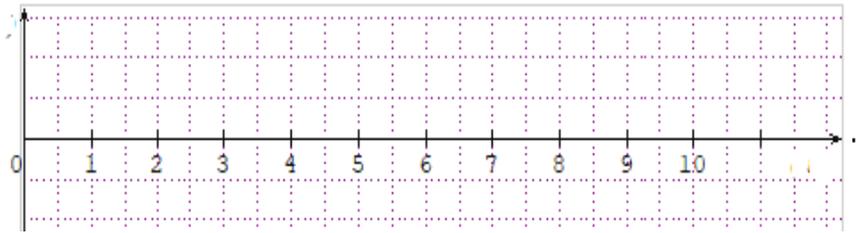
Dans une première expérience, on crée un ébranlement transversal se propage le long d'une corde élastique de longueur  $L=80\text{cm}$ .

A l'instant  $t=0\text{s}$ , l'ébranlement quitte la source S et se propage vers l'autre extrémité de la corde.

Le graphique de la figure-1 donne l'aspect de la corde à l'instant  $t_1=14\text{ms}$ .

1/ a- Calculer la célérité  $v$  de propagation de cet ébranlement. {0,5pt}

b- Déterminer la durée  $\Delta t$  du mouvement d'un point de la corde lors du passage de cet ébranlement. {0,25pt}



Dans une deuxième expérience, la corde est reliée à un vibreur muni d'une lame vibrante qui impose à la source S de la corde des vibrations verticales d'amplitude  $a$  et de fréquence  $N$  qui se propagent avec la célérité  $v=5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . La source S commence à vibrer à  $t=0\text{s}$ , et son élongation de la source S s'écrit  $y_S(t) = a \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_S)$ .

On négligera l'amortissement et la réflexion des ondes. La figure-2 représente le diagramme du mouvement d'un point P de la corde d'abscisse  $x_P$ .

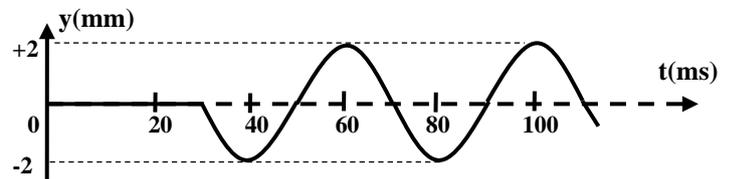


Figure-2

2/ Déterminer :

- la fréquence  $N$  du vibreur, {0,25pt}
- la longueur d'onde  $\lambda$ , {0,25pt}
- l'instant  $t_P$  à partir duquel le point P débute son mouvement, {0,25pt}
- l'abscisse  $x_P$  du point P. {0,25pt}

3/ On éclaire la corde avec un stroboscope qui émet des éclaires de fréquence  $N_e$ . Décrire l'aspect de la corde pour les fréquences suivantes du stroboscope :  $N_{e_1} = 25\text{Hz}$  et  $N_{e_2} = 49\text{Hz}$ . {0,5pt}

4/ a- Etablir la loi horaire  $y_S(t)$  de la source S et en déduire la loi horaire  $y_P(t)$  du point P. {1pt}

b- Calculer le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_S - \varphi_P$  et en déduire une comparaison de l'état vibratoire du point P par rapport à la source S pour  $t > t_P$ . {0,5pt}

c- Montrer que la vitesse de vibration de la source S est nulle à l'instant  $t = t_P$ . {0,5pt}

5/ a- Sachant que le vibreur qui excite la source S s'est bloqué à l'instant  $t_1 = 0,08\text{s}$ , représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 0,12\text{s}$ . {0,5pt}

b- Déterminer, l'instant  $t_3$ , à partir duquel on observe la totalité les points de la corde au repos. {0,25pt}