

### Chimie :

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

#### Exercice N°1 : Etude d'un document scientifique.

##### Les solutions tampons :

Une solution tampon est une solution qui maintient le pH relativement stable dans une certaine zone malgré l'ajout de base ou d'acide. Elle est composée d'un couple acide-base, soit d'un acide et de sa base conjuguée ou l'inverse, dans des concentrations assez proches....

Les solutions tampons jouent un rôle vital dans l'organisme humain. En effet, sans la présence de solutions tampons dans le sang et la salive, l'ingestion d'une substance dont le pH diffère légèrement du pH habituel pourrait entraîner de graves problèmes de santé, voir la mort. En effet, l'activité cellulaire rejette du  $CO_2$  dans le sang, mais aussi des ions  $H^+$ , qui sont assez nombreux pour faire descendre le pH à des valeurs où les cellules ne peuvent pas survivre. En effet, le pH sanguin d'un humain doit être maintenu environ entre 7,35 et 7,45. Notre sang contient plusieurs couples tampons, qui stabilisent le pH et rendent la vie possible. Un couple important est celui du  $CO_2$ , produit par l'activité cellulaire, et de l'eau. Le couple  $H_2CO_3$  et  $HCO_3^-$  est alors formé.

« Encyclopédie Wikipédia »

##### Questions :

- 1) Relever du texte la définition d'une solution tampon ainsi que sa propriété.
- 2)
  - a) D'où proviennent les ions  $H^+$  dans le sang ?
  - b) Pourquoi ces ions peuvent-ils être la cause de graves problèmes de santé ?
- 3)
  - a) Quelle réaction chimique peut former le couple  $H_2CO_3 / HCO_3^-$  ?
  - b) Pourquoi ce couple est qualifié de tampon ?

#### Exercice N°2 :

On dispose de trois solutions aqueuses ( $S_1$ ), ( $S_2$ ) et ( $S_3$ ) de même volume V et de concentration molaire C. A l'aide d'un pH mètre initialement étalonné, on mesure leurs pH. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Solution	( $S_1$ )	( $S_2$ )	( $S_3$ )
Valeur du pH	$pH_1 = 3,40$	$pH_2 = 2,65$	$pH_3 = 12$

- 1) Calculer C sachant que ( $S_3$ ), est une solution aqueuse d'une monobase forte.
- 2) Les solutions ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) sont obtenues par dissolution respectivement de l'acide éthanóïque  $CH_3CO_2H$  et d'un acide AH dans l'eau pure.
  - a) Montrer que ces acides sont faibles et comparer leurs forces.
  - b) Ecrire l'équation chimique de la réaction de l'acide éthanóïque avec l'eau.
  - c) Déterminer la valeur du  $pK_{a1}$  du couple  $CH_3CO_2H / CH_3CO_2^-$ .
- 3) Une solution ( $S'$ ) est obtenue en ajoutant  $V_e = 21$  mL d'eau pure à  $V_1 = 9$  mL de la solution ( $S_2$ ). On constate que le  $pH_2$  varie de 0,3.
  - a) Préciser si cette variation du  $pH_2$  est une augmentation ou diminution.
  - b) Déterminer la concentration molaire C' de la solution ( $S'$ ).
  - c) En déduire le  $pK_a$  du couple  $AH / A^-$ .

<b>Exercice N°3 :</b>
-----------------------

On dispose des deux flacons ① et ② suivants :

Le flacon ① contient une solution aqueuse d'un acide, le chlorure d'hydrogène (HCl acide fort) de concentration  $C_a$ .

Le flacon ② contient une solution aqueuse d'acide méthanoïque (HCOOH) de concentration molaire  $C'_a$ .

On dose séparément, un volume  $V = 20 \text{ mL}$  de chacune des deux solutions par une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) de concentration molaire  $C_b$ . Au cours du dosage, on suit à l'aide d'un pH-mètre l'évolution de pH du milieu réactionnel en fonction du volume  $V_b$  de la solution d'hydroxyde de potassium versée, On obtient les courbes (1) et (2) (feuille à rendre).

- 1)
  - a) Dire en le justifiant laquelle des deux courbes qui correspond au dosage de la solution de chlorure d'hydrogène.
  - b) Déterminer graphiquement :
    - \* Le pH initial de la solution de chlorure d'hydrogène.
    - \* Les coordonnées du point d'équivalence correspondant au dosage du chlorure d'hydrogène.
  - c) Déduire :
    - ⊗ La concentration  $C_a$  de l'acide chlorhydrique.
    - ⊗ La concentration  $C_b$  de la base ajoutée.
  
- 2)
  - a) L'acide méthanoïque est-il faible ou fort ? Justifier la réponse.
  - b) Ecrire l'équation de la réaction qui se produit au cours de son dosage.
  - c) Montre qu'à la demi-équivalence le pH du mélange réactionnel est égal au pKa du couple HCOOH/HCOO<sup>-</sup>.
  - d) Déduire de la courbe la valeur du pK<sub>a</sub> de ce couple.
  - e) Calculer par deux méthodes différentes la concentration  $C'_a$  de l'acide méthanoïque.
  
- 3) Pour permettre la bonne immersion de l'électrode du pH-mètre dans le mélange on ajoute 50 mL d'eau pure à 20 mL d'acide méthanoïque contenu dans le bêcher et on refait le dosage.
  - a) Préciser en le justifiant l'effet de cette dilution sur les valeurs relatives au :
    - \* Volume de la solution basique ajoutée pour atteindre l'équivalence.
    - \* pH du mélange réactionnel à la demi-équivalence.
  - b) Montrer que le pH du mélange à l'équivalence est donné par la relation suivante :  $\text{pH}_E = \frac{1}{2} (\text{pK}_a + \text{pK}_e + \log C)$ .
  - c) Calculer la valeur de  $\text{pH}_E$  à l'équivalence à la suite de cette dilution.
  
- 4) On s'intéresse à la détermination du point d'équivalence de chaque dosage.
 

Parmi ces indicateurs colorés, dont on donne la zone de virage, lequel doit-on choisir pour chacun de ces dosages ? Justifier.

Indicateur	hélianthine	Bleu de Bromothymol	Phénophtaléine
Zone de virage	3,1 ..... 4,4	6,2 ..... 7,6	8 ..... 10

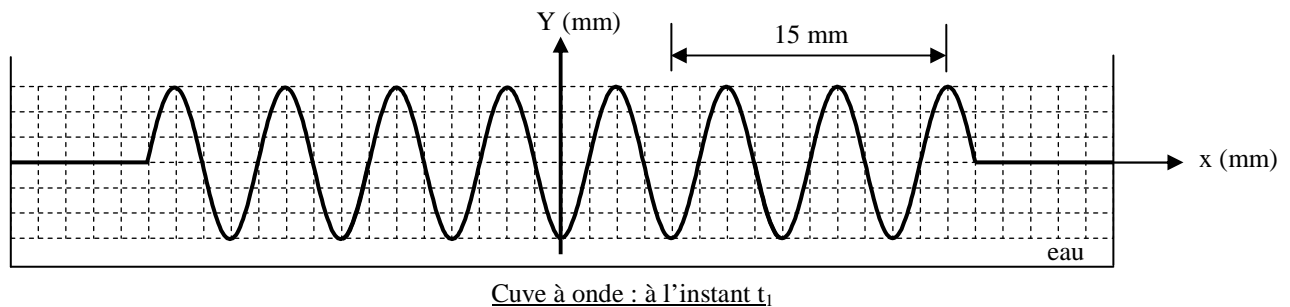


## Physique :

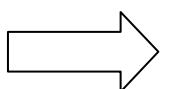
## Exercice N°1 :

Un vibreur est muni d'une pointe qui affleure la surface libre d'une nappe d'eau d'épaisseur constante en un point S, contenue dans une cuve à ondes, des vibrations verticales sinusoidales. Ce point S, joue le rôle d'une source d'ondes, est animé d'un mouvement rectiligne sinusoidal de loi horaire  $y_S(t) = a \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_S)$  qui débute à l'instant  $t = 0$  et  $a = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ . ( $t$  est en secondes et  $y_S$  est en mètres). La célérité des ondes à la surface libre de l'eau est  $V$  et sa fréquence est  $N = 50 \text{ Hz}$ . On négligera l'amortissement et toute réflexion des ondes.

- 1)
  - a) Décrire l'aspect de la surface de la nappe d'eau éclairée par la lumière ordinaire.
  - b) On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope qui émet des éclairs périodiques de fréquence  $N_e = 50 \text{ Hz}$ . À partir de la valeur zéro, on augmente progressivement la fréquence jusqu'à une valeur  $N_1$  pour laquelle on observe pour la première fois l'immobilité apparente de la surface de l'eau. Déduire la fréquence  $N_1$  du vibreur ?
- 2) Pour la fréquence  $N = 50 \text{ Hz}$ , On donne le schéma d'une coupe transversale de la nappe d'eau passant par la source S, à un instant  $t_1$ .



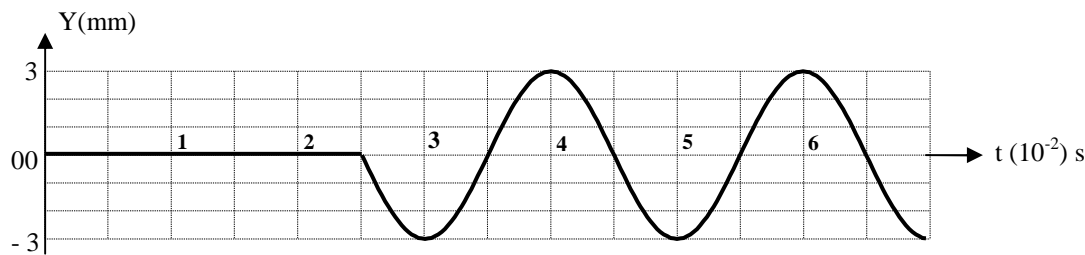
- a) Déterminer graphiquement :
    - ⊗ La longueur d'onde  $\lambda$ .
    - ⊗ L'abscisse du front d'onde à l'instant  $t_1$ .
    - ⊗ Déterminer la phase initiale  $\varphi_S$  de la source S.
  - b) Déterminer la valeur de l'instant  $t_1$ .
  - c) Déduire la célérité de l'onde.
- 3) Quelles sont les points qui vibrent en phase avec P d'abscisse  $x_P = 15 \text{ mm}$  compté à partir de S.
  - 4) Représenter, (Sur l'annexe à rendre : figure - 2 -), à l'instant :  $t_1 + \frac{T}{4}$ , l'aspect d'une coupe de l'eau par un plan vertical passant par la source S.



<b>Exercice N°2 :</b>
-----------------------

L'extrémité **S**, d'une corde horizontale homogène tendue de longueur  $L$ , est reliée à une lame vibrante produit une onde progressive sinusoïdale et transversale d'amplitude  $a$  et de fréquence  $N$ . L'extrémité **S** débute son mouvement à l'instant  $t = 0$  s à partir de sa position d'équilibre prise comme origine d'élongation :  $y_S(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi_S)$ .

- 1) Expliquer les termes suivants : Milieu élastique ; progressive et transversale.
- 2) Etablir l'équation d'élongation d'un point **M** de la corde d'abscisse  $x$  quelconque en fonction de  $t$  et  $x$ .
- 3) Un point **A** d'abscisse  $x_A = 15$  cm à une élongation  $y_A(t)$  dont le diagramme est représenté ci-dessous :



Déterminer à partir de cette courbe :

- a) La période  $T$ , en déduire la fréquence  $N$  de la lame vibrante.
  - b) Le retard mis par l'onde pour atteindre le point **A**.
  - c) La valeur de la célérité  $C$  de propagation.
  - d) La longueur d'onde  $\lambda$ .
- 4)
- a) A l'aide de cette courbe, déterminer la phase initiale  $\varphi_A$  du point **A**.
  - b) Déduire, par deux méthodes, la phase initiale de la source  $\varphi_S$ .
  - c) Comment vibre le point **A** par rapport à la source **S** ?
- 5)
- a) Représenter, sur la figure -3- ( page à rendre) l'aspect de toute la corde à l'instant  $t_1 = 5 \cdot 10^{-2}$  s.
  - b) Déterminer à cet instant  $t_1$  le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en Quadrature retard de phase avec la source.

Bon travail.

Nom : ..... ; Prénom : ..... ; N° : ..... ; Classe : .....

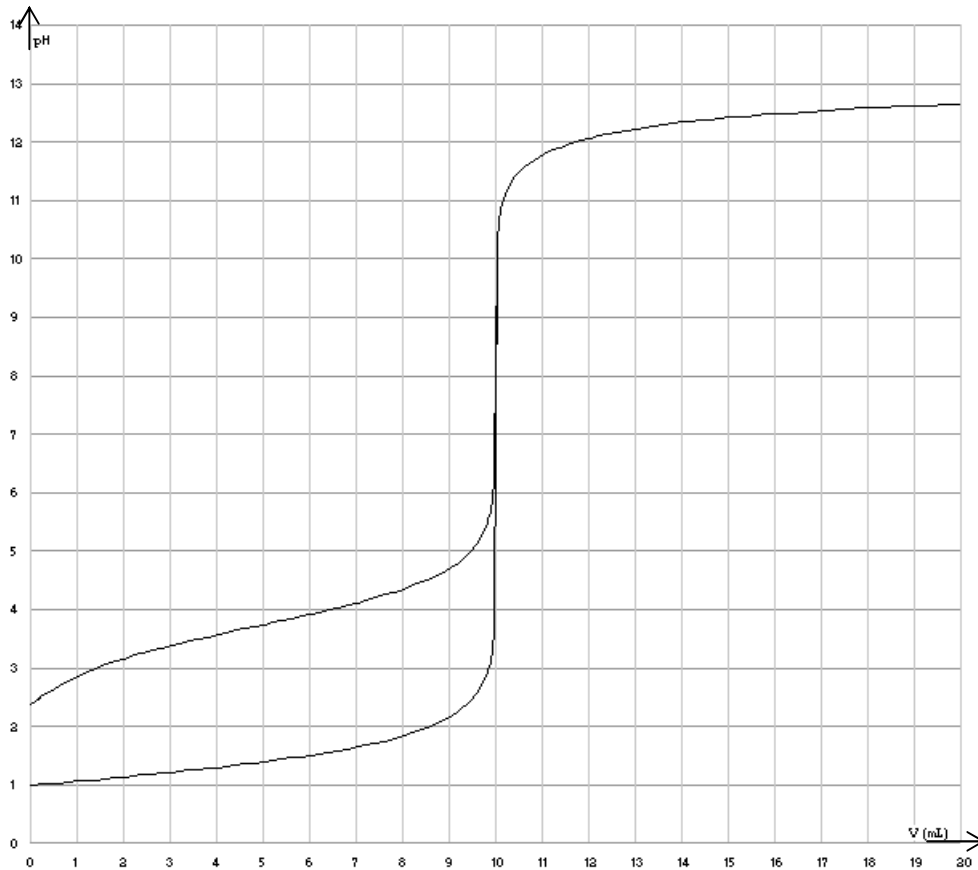
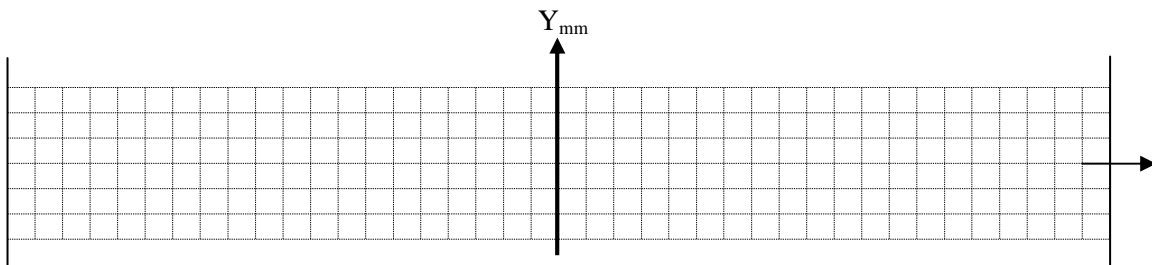
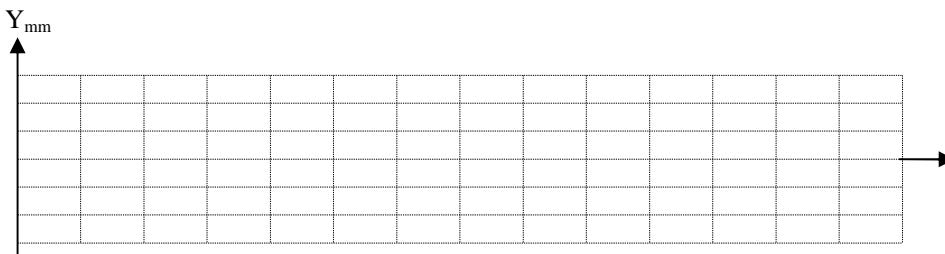


Fig - 2 -



Cuve à onde : à l'instant :  $t_1 + \frac{T}{4}$

Fig - 3-



L'aspect de toute la corde à l'instant :  $t_1 = 5 \cdot 10^{-2}$  s.