

## CHIMIE (9 points)

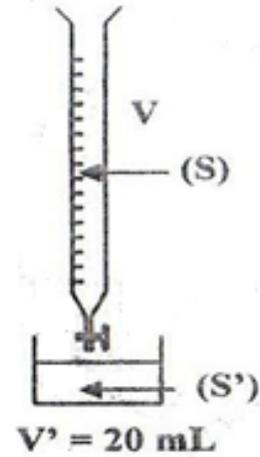
Données : On prendra  $pK_e = 14$ .

### Exercice n°1 : (5 points)

On réalise le dosage d'un volume  $V' = 20 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse ( $S'$ ) par une solution aqueuse ( $S$ ).

Les solutions ( $S$ ) et ( $S'$ ) sont des solutions aqueuses de  $\text{HCl}$  (acide fort), de  $\text{RCOOH}$  (acide faible), de  $\text{NH}_3$  (base faible) et de  $\text{NaOH}$  (base forte) de même concentration molaire  $C$ .

Pour chaque couple ( $S, S'$ ); on obtient l'une des courbes suivantes représentant la variation du  $\text{pH}$  en fonction du volume  $V$  de la solution ajoutée. Le point  $E$  représente le point d'équivalence acide-base.



1/ Préciser pour chaque dosage les noms des solutions ( $S$ ) et ( $S'$ ). {1pt}

2/ Ecrire l'équation de la réaction qui accompagne chacun de ses quatre dosages. {1pt}

3/ a- Ecrire la relation d'équivalence et déterminer le volume  $V_E$  de la solution ( $S$ ) ajoutée à l'équivalence. {0,5pt}

b- Préciser, en justifiant, la nature (acide, basique ou neutre) du mélange obtenue à l'équivalence pour chaque dosage. {0,5pt}

4/ a- Calculer la valeur de concentration molaire  $C$ . {0,25pt}

b- Déterminer le  $pK_A$  des couples  $\text{RCOOH}/\text{RCOO}^-$  et  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ . {0,5pt}

c- Sachant que  $\text{RCOOH}$  et  $\text{NH}_3$  sont faiblement ionisés dans l'eau, calculer les valeurs de  $\text{pH}_2$ ,  $\text{pH}_3$  et  $\text{pH}_4$ . {0,75pt}

5/ On donne la zone de virage de quelques indicateurs colorés :

Indicateur coloré	Hélianthine	Rouge de méthyle	Bleu de Bromothymol	phénolphtaléine
Zone de virage	3,2 - 4,4	4,2 - 6,2	6,0 - 7,6	8,0 - 10,0

a- Choisir, en justifiant, l'indicateur coloré qui convient le mieux pour chacun de ces dosages. {0,25pt}

b- L'une des solutions ( $S'$ ), diluée 10 fois prend la teinte sensible de l'Hélianthine. Laquelle ? Justifier. {0,25pt}

## Exercice n°2 : (4 points)

On réalise le dosage d'un volume  $V_A=30\text{mL}$  d'une solution aqueuse ( $S_A$ ) d'acide faible  $AH$  de concentration molaire  $C_A=2.10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$  en ajoutant progressivement une solution aqueuse ( $S_B$ ) de soude  $NaOH$  (base forte) de concentration molaire  $C_B=0,01\text{mol.L}^{-1}$ .

**Données :**  $pK_A(AH/A^-) = 3,6$ .

1/ a- Définir l'équivalence acide-base. {0,25pt}

b- Déterminer le volume de la solution basique versé à l'équivalence  $V_{BE}$ . {0,25pt}

2/ Ecrire l'équation de la réaction du dosage et montrer qu'elle est totale. {0,75pt}

3/ On arrête le dosage juste après avoir ajouté un volume  $V_B$  de la solution basique tel que ( $V_B < V_{BE}$ ).

Le volume du mélange réactionnel est alors ( $V_A + V_B$ ).

a- Compléter le tableau d'avancement (**en annexe**) relatif à la réaction du dosage. {0,5pt}

b- Quel est le réactif limitant ? {0,25pt}

c- Montrer que pour un volume ( $V_B < V_{BE}$ ) de la solution basique ajoutée avant l'équivalence, le **pH** du mélange réactionnel s'exprime de la façon suivante  $pH = pK_A - \log\left(\frac{V_{BE}}{V_B} - 1\right)$ . {0,75pt}

d- En déduire la valeur du **pH** après avoir ajouté un volume  $V_B = \frac{V_{BE}}{2}$  de la solution basique. {0,5pt}

4/ Dans un bécher, on prépare une solution ( $S$ ) en mélangeant un volume  $V_B=3\text{mL}$  de la solution basique ( $S_B$ ) avec un volume  $V_A=10V_B$  de la solution acide ( $S_A$ ).

- Justifier que ( $S$ ) est une solution tampon. {0,25pt}
- Citer deux de ces principales propriétés. {0,5pt}

## PHYSIQUE : (11 points)

### Exercice n°1 : (4 points)

**N.B. :** Les applications numériques seront toujours précédées des expressions littérales correspondantes.

Ecrire à chaque fois l'unité des grandeurs calculées.

Les représentations graphiques seront justifiées brièvement.

Une corde élastique très longue est tendue horizontalement. Son extrémité  $S$  est liée à une lame vibrante en mouvement vertical sinusoïdal d'équation  $y_S(t)=4.10^{-3}\sin(200\pi t)$  pour  $t > 0$ , l'élongation  $y_S$  est exprimée en (**m**) et le temps  $t$  en (**s**).

On néglige toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de  $S$ .

Un point  $M_1$  de la corde d'abscisse  $x_1 = SM_1 = 20\text{cm}$ , entre en vibration à l'instant  $t_1 = 2,5.10^{-2}\text{s}$ .

1/ Déterminer la célérité  $v$  de cette onde. En déduire sa longueur d'onde  $\lambda$ . {0,5pt}

2/ a- Etablir l'équation horaire  $y_{M_1}(t)$  du mouvement du point  $M_1$ . {0,5pt}

b- Tracer, sur le **document-1** fourni en annexe, le diagramme du mouvement du point  $M_1$ . {0,75pt}

c- Etablir l'expression des instants  $t$  pour lesquels le point  $M_1$  passe par la position d'élongation  $y=2\text{mm}$  avec une vitesse positive. Quelle est la date  $t_3$  du 3<sup>ème</sup> passage ? {0,75pt}

3/ a- Représenter, sur le **document-2** fourni en annexe, l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 3,5.10^{-2}\text{s}$ . {0,75pt}

b- En adoptant une démarche analytique, déterminer les abscisses des points de la corde ayant à l'instant  $t_2$ , la même élongation que le point  $M_1$  et se déplaçant dans le sens négatif. {0,75pt}

## Exercice n°2 : (5 points)

On considère un pendule élastique formé d'un ressort horizontal de raideur  $k=24\text{N.m}^{-1}$ , à son extrémité libre on accroche un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m. Les frottements sont équivalents à une force  $\vec{f} = -h\vec{v}$  ou h est une constante positive et  $\vec{v}$  la vitesse du centre d'inertie G de (S).

A l'aide d'un moteur, on applique sur le solide (S) une force excitatrice  $\vec{F}(t)=F_m\sin(2\pi Nt)\vec{i}$  d'amplitude  $F_m$  constante et de fréquence N réglable, de façon que l'élongation de G s'écrit  $x(t)=X_m\sin(2\pi Nt+\varphi_x)$ .

Le mouvement du solide est rapporté à un repère (O,  $\vec{i}$ ) avec O la position d'équilibre. Au cours du mouvement le solide sera repéré par son abscisse x. L'équation différentielle régissant l'élongation x(t) du centre d'inertie G du solide est :  $m\frac{d^2x(t)}{dt^2} + h\frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = F(t)$

### A - Etude théorique:

1/ a- Sans avoir recours à une échelle et en se situant dans le cas où  $N < N_0$ , faire la construction de FRESNEL associée à l'équation différentielle précédente. {0,25pt}

b- Montrer que :  $X_m = \frac{F_m}{\sqrt{(2\pi Nh)^2 + (k - 4\pi^2 N^2 m)^2}}$  {0,5pt}

2/ On sait que la résonance de vitesse se produit à la fréquence propre de l'oscillateur  $N_0$  et que la résonance d'élongation se produit une fréquence  $N_r$ .

a- Etablir l'expression suivante  $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}}$  {0,5pt}

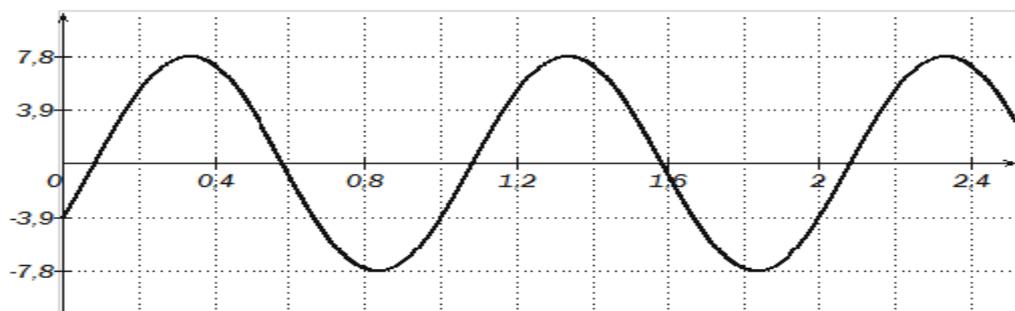
b- Montrer qu'à la résonance d'élongation, l'expression de l'amplitude  $X_m$  de x(t) s'exprime :

$$X_{m_r} = \frac{F_m}{h\sqrt{(2\pi N_0)^2 - \left(\frac{h}{2m}\right)^2}} \quad \{0,5pt\}$$

### B - Etude expérimentale:

La courbe de la **figure-1** représente l'évolution au cours du temps de l'élongation x de G lorsque la fréquence de l'excitateur est égale à  $N_1$ .

Figure-1



1/ En exploitant la courbe de la figure-1, déterminer l'amplitude de l'élongation  $X_m$ , la fréquence  $N_1$  et la phase initiale  $\varphi_x$ . {0,75pt}

2/ Sur la figure-2 en annexe, est représenté le vecteur de Fresnel  $\vec{OA}$  associé à la fonction :

$$Y(t) = \left( m\frac{d^2x(t)}{dt^2} + kx(t) \right) \text{ pour la fréquence } N=N_1.$$

a- Compléter la construction de Fresnel associée à l'équation (1) en représentant les vecteurs de Fresnel  $\vec{AB}$  et  $\vec{OB}$  associés respectivement à  $h\frac{dx(t)}{dt}$  et  $F(t)$ . {0,5pt}

b- En exploitant la construction de Fresnel, déterminer les valeurs de  $F_m$ , h et m. {0,75pt}

3/ En déduire les valeurs de  $N_0$  et  $N_r$  et  $X_{m_r}$ . {0,75pt}

4/ En le justifiant, préciser la valeur exacte de la fréquence qu'il faut appliquer à l'excitateur pour annuler la fonction Y(t). {0,5pt}

### Exercice n°3 : (2 points)

#### Etude d'un document scientifique

#### Le son....une onde qui se propage

La production et la propagation des sons sont liées à l'existence d'un mouvement vibratoire. A la source, le milieu matériel est déformé (par un choc, une compression, etc....) et, par suite de son élasticité, la déformation gagne les molécules voisines qui, dérangées de leurs positions d'équilibre, agissent à leur tour de proche en proche. Les particules du milieu entrent en vibration les unes après les autres, mais en moyenne restent sur place, alors que la déformation se propage dans le milieu sur de grandes distances. Le son se propage dans le milieu selon une onde longitudinale. On dit que le son se propage en ondes sonores ou acoustiques.

Une image habituellement donnée pour illustrer le phénomène de propagation des ondes est celle des rides se déplaçant sur une nappe d'eau dans laquelle on a jeté une pierre. La distance entre deux crêtes ou deux creux successifs s'appelle la longueur d'ondes.

La célérité du son dépend de plusieurs facteurs. Le tableau suivant regroupe quelques valeurs de la célérité.

	Milieu de propagation				
	air			eau	acier
Température (°C)	10	20	30	20	20
Célérité (m.s <sup>-1</sup> )	337	343	349	1480	5600

*D'après : « SONS - production et propagation des sons », encyclopédie Universalis*

#### Questions :

- 1/ Dégager de la phrase soulignée du texte, une propriété caractéristique des ondes mécaniques. {0,25pt}
- 2/ Dire en le justifiant, si les vibrations des particules du milieu dans lequel se propage une onde sonore s'effectuent dans une direction parallèle ou perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde. {0,25pt}
- 3/ Dégager à partir du tableau, les facteurs dont dépend la célérité du son. {0,5pt}
- 4/ Les ondes sonores audibles sont caractérisées par des fréquences allant de **20Hz** à **20kHz**.  
Déterminer dans l'air puis dans l'eau, les longueurs d'ondes qui limitent le domaine audible à 20°C. {1pt}

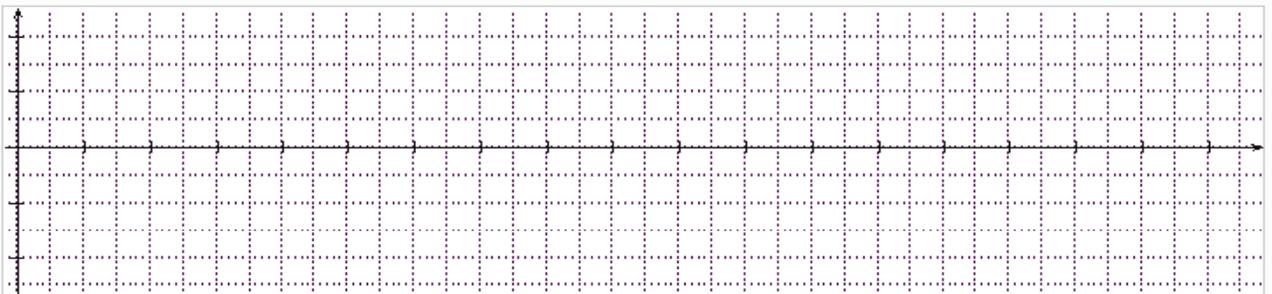
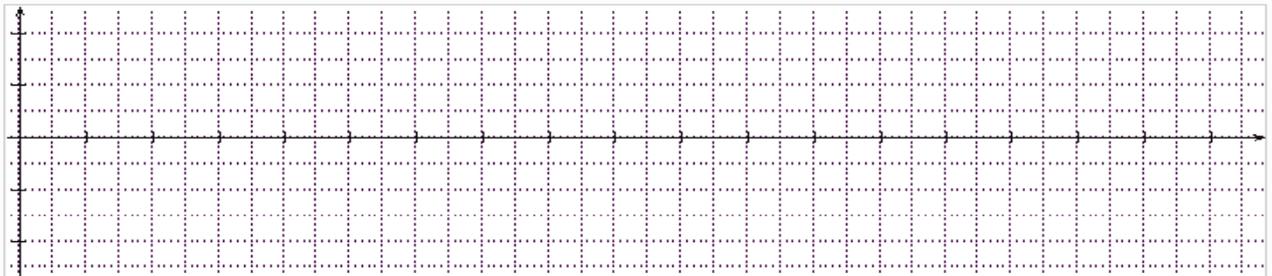
Nom et prénom : .....

Chimie/ Exercice n°2 :

Equation de la réaction		AH + ..... → ..... + .....			
Etat	Avancement x(mol)	Quantité de matière (mol)			
t=0	x=0	.....	.....	.....	.....
t=t <sub>f</sub>	x=x <sub>f</sub>	.....	.....	.....	.....

Physique/ Exercice n°1 :

Document-1



Physique/ Exercice n°2 :

Figure-2

Echelle : 5cm → 1N

