

Chimie (9pts)

Exercice 1(4points)

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

On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

En dissolvant chacun des trois acides **A₁H**, **A₂H** et **A₃H** dans l'eau, on prépare respectivement trois solutions aqueuses acides (**S₁**), (**S₂**) et (**S₃**) de même concentration molaire **C**. L'un des acides est fort, alors que les deux autres sont faibles.

La mesure des **pH** des trois solutions fournit le tableau suivant.

Solutions	(S ₁)	(S ₂)	(S ₃)
pH	3,2	1,6	2,9

- 1) Classer les acides **A₁H**, **A₂H** et **A₃H** par ordre de force croissante. En déduire que **A₂H** est l'acide fort.
- 2) Rappeler l'expression de **pH** d'une solution d'un acide fort. Déterminer alors la valeur de **C**.
- 3) a- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique de la réaction de l'acide **A₁H** avec l'eau.
b- Calculer le taux d'avancement final **τ_f**.
c- Montrer que la constante d'acidité **K_{a1}** du couple **A₁H/A₁⁻** est donnée par la relation

$$K_{a1} = C \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)}$$
 Calculer sa valeur.

- 4) à un volume **V_A=20mL** de la solution S₃ on ajoute un volume **V_B=10mL** d'une solution d'hydroxyde de sodium **NaOH** (base forte) de concentration molaire **C_B=C**. Après agitation, la mesure du **pH** du mélange réactionnel donne **pH=4,2**.
a- Déterminer en le justifiant la valeur de la constante d'acidité **K_{a3}** du couple **A₃H/A³⁻**.
b- Comparer **K_{a3}** et **K_{a1}** et en déduire de nouveau une classification des forces des acides **A₁H** et **A₃H**.

Exercice 2 (4 points)

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

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution aqueuse (**S_A**) d'un monoacide noté **AH**, s'est décollée. Il peut s'agir d'une solution de chlorure d'hydrogène **HCl** (acide fort), d'une solution d'acide méthanoïque **HCOOH** (acide faible) ou d'une solution d'acide benzoïque **C₆H₅COOH** (acide faible). On désire identifier l'acide **AH** et déterminer la concentration **C_A** de la solution (**S_A**). Pour cela, on introduit dans un bécher un volume **V_A = 20 mL** de la solution (**S_A**), on y verse progressivement une

solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et on relève régulièrement le pH du mélange réactionnel. Le suivi pH -métrique permet de tracer la courbe de la **figure 2 de l'annexe (page 5/6)**.

- 1- a- Préciser en le justifiant, si à l'équivalence, le mélange réactionnel est acide, basique ou neutre.
b- En déduire que (S_A) ne peut pas être une solution de chlorure d'hydrogène.
- 2- a- Définir l'équivalence acido-basique.
b- Déterminer la concentration C_A de la solution (S_A) .
- 3- a- En exploitant la courbe de la **figure 2**, déterminer en le justifiant, le $\text{p}K_a$ du couple AH/A^- .
b- En s'aidant du tableau ci-dessous, identifier l'acide AH .

Couple acide-base	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	$\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$
K_a	$6,31 \cdot 10^{-5}$	$1,78 \cdot 10^{-4}$

- c- Ecrire l'équation de la réaction de cet acide avec l'eau.
- 4- En l'absence du pH -mètre, on aurait pu effectuer ce dosage en utilisant un indicateur coloré. Quel indicateur coloré, parmi ceux cités ci-dessous, est le plus adapté à la conduite de ce dosage ? Justifier.

Indicateur coloré	Zone de virage
Hélianthine	3,2 - 4,4
Bleu de bromothymol	6,0 - 7,6
Phénolphthaléine	8,2 - 10,0

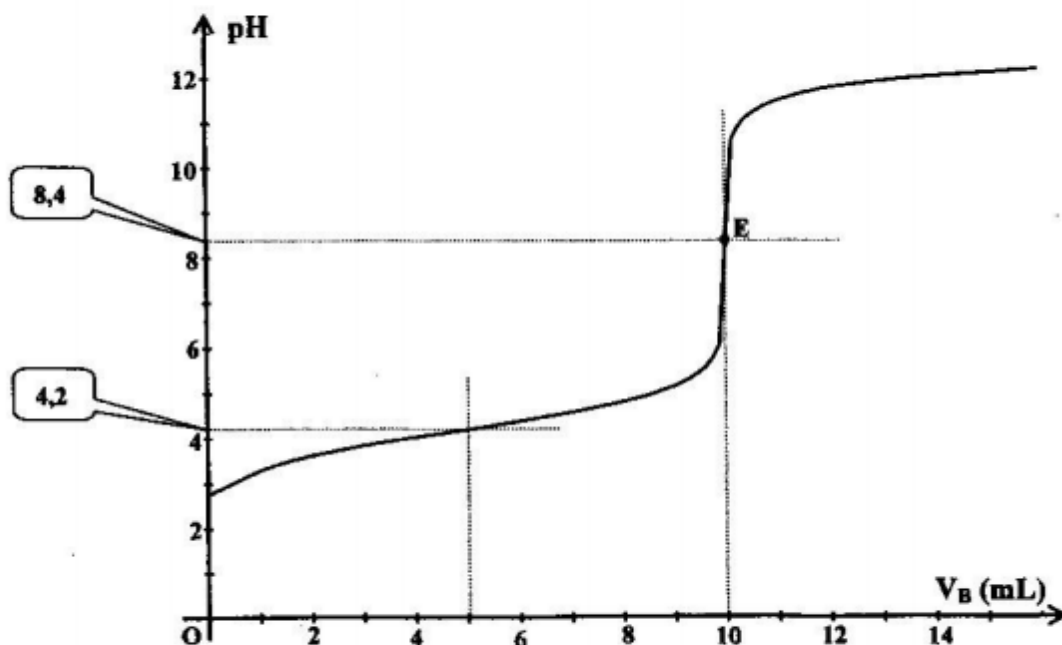


figure 2

Physique (11pts)

Exercice 1(6,25points)

Un pendule élastique horizontal est constitué d'un solide **(S)** de masse **m** fixé à un ressort à spires non jointives de raideur **K** et de masse négligeable. Le solide **(S)** se déplace sans frottement sur un guide horizontal **(T)**. La position de centre d'inertie **G** de **(S)** est repérée par son abscisse **x(t)** sur un axe horizontal **(x'Ox)** dans le repère **(O, \vec{i})**. L'origine des abscisses est confondue avec **G** lorsque le solide **(S)** est en équilibre (**figure1**).

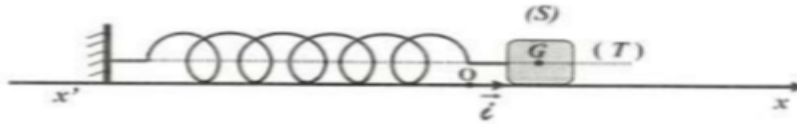


Figure 1

- A- Le solide **(S)**, à un instant **t=0s**, est écarté de **2cm** de sa position d'équilibre puis lancé avec une vitesse **V₀**. Les variations de **x(t)** sont données par la **figure2**.

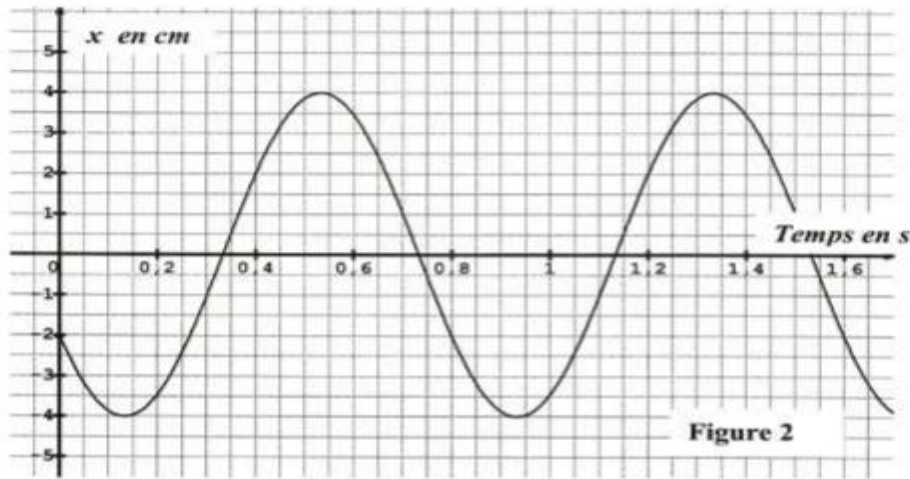


Figure 2

1-a- établir l'équation différentielle en **x(t)** régissant le mouvement de **(S)**.

b- Vérifier que, **x(t)=X_m sin(ω₀t+φ_x)** est une solution de cette équation différentielle en précisant l'expression de **ω₀**.

2-Par exploitation de la courbe de la **figure2**

a- Déterminer l'amplitude **X_m**, la pulsation **ω₀** et la phase initiale **φ_x**.

b- Déduire la valeur de la raideur **K** du ressort. On prendra **m=160g**.

c- Déterminer le sens et la valeur de la vitesse de **(S)** à l'instant **t=0s**.

3-a-Montrer que l'énergie mécanique **E**, du système (**ressort, solide (S)**) est constante et calculer sa valeur.

b- Déduire la valeur de l'énergie cinétique **E_c** du solide **(S)** à l'instant **t=0,7s**.

- B- Le solide **(S)** est maintenant soumis à une force excitatrice **$\vec{F} = F_m \sin(2\pi Nt)\vec{i}$** et à une force de frottement visqueux **$\vec{f} = -h\vec{v}$** , ou **h** est une constante positive. Les variations de l'élongation **x(t)** et de la force sont données par les courbes **C₁** et **C₂** de la **figure 3**.

1- Identifier, en le justifiant, la courbe qui correspond à la variation de **x(t)**.

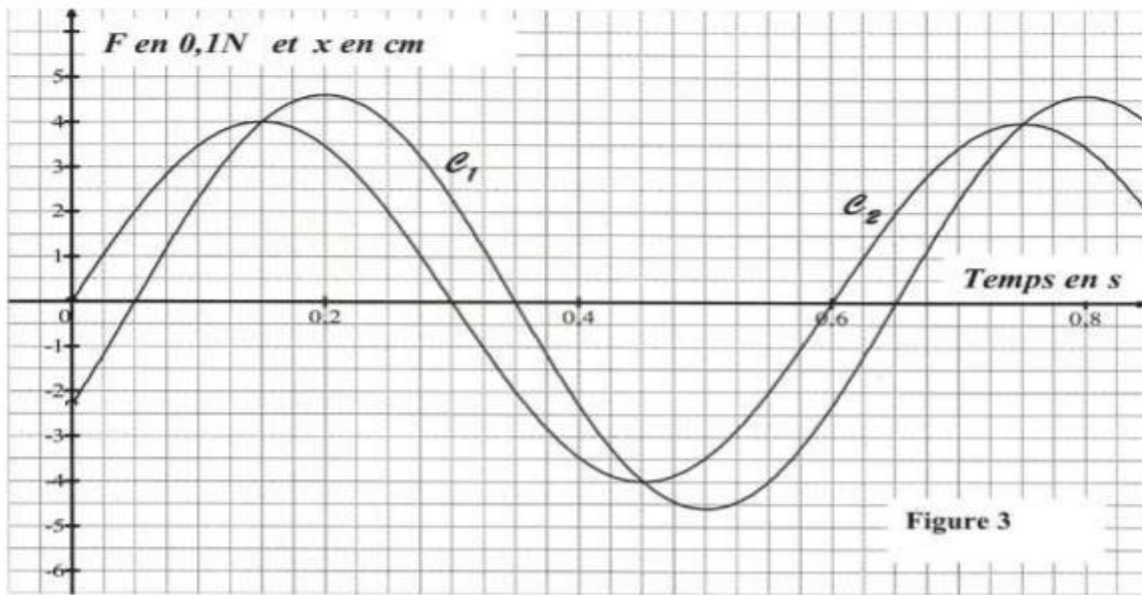
2- Déterminer graphiquement

a- Les valeurs des amplitudes **X_m** et **F_m**.

b- La phase initiale **φ_x** de l'élongation et la fréquence **N** de la force excitatrice.

3- a-Etablir l'équation différentielle en **x(t)** qui régit les oscillations de **(S)**.

- c- faire la construction de Fresnel relative à cette équation différentielle en $x(t)$.
d- en déduire par exploitation de cette construction, la valeur de la constante h .



Exercice 2 (4,75 points)

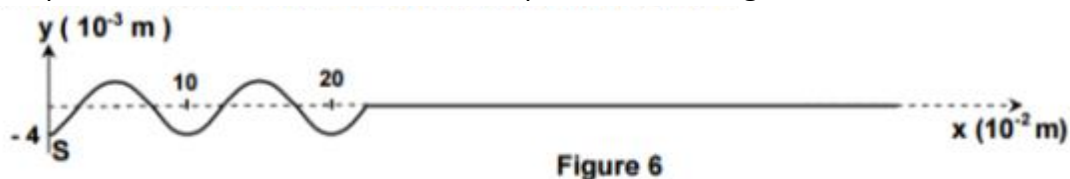
Une corde élastique de longueur $L=0,6\text{m}$ tendue horizontalement est attachée par son extrémité S au bout d'une lame vibrante qui lui communique des vibrations sinusoïdales transversales, d'amplitude $a=4\text{mm}$ et de fréquence N (voir figure 5). Une onde progressive transversale de même amplitude a se propage le long de la corde à partir de S avec la célérité $v=10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

On suppose qu'il n'y a ni amortissement ni réflexion des ondes.

Le mouvement de S débute à l'instant $t=0$ et admet comme équation horaire $y_s(t)=4\cdot 10^{-3}\sin(200\pi t+\pi)$.



- Déterminer la valeur de la fréquence N .
- Définir la longueur d'onde λ et déterminer sa valeur.
- a) soit M un point de la corde d'abscisse $x=SM$ dans le repère (S, \vec{i})
Etablir l'équation horaire du mouvement de ce point.
b) montrer que les deux points A et B de la corde d'abscisses $x_A=2,5\text{cm}$ et $x_B=22,5\text{cm}$ vibrent en phase.
- L'aspect de la corde à un instant t_1 est représenté sur la figure 6.



- Déterminer graphiquement la valeur de la date t_1 .
- Déterminer les positions des points N_i de la corde ayant à l'instant t_1 , l'élongation $y_{Ni}=\frac{a}{2}$.
- Parmi ces points déduire celui qui vibre en phase avec le point N_i d'abscisse $x_1=3,33\text{cm}$.