

Chimie : (7pts)

On donne à 25°C : $pK_e = 14$

Exercice n°1 : (3pts)

On prépare deux solutions de même concentration $C = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$.

- ❖ Une solution (S_1) d'acide chlorhydrique HCl (acide fort).
- ❖ Une solution (S_2) d'acide méthanoïque $HCOOH$ de pK_a du couple ($HCOOH/HCOO^-$) : $pK_a = 3,75$.

1°) Etablir l'expression du pH_1 de la solution HCl en fonction de la concentration initiale C .

Calculer la valeur de son pH_1 .

2°) Montrer sans calcul que le pH_2 de la solution (S_2) est supérieur à celle du pH_1 de la solution (S_1).

3°) Sachant que l'acide $HCOOH$ est faiblement ionisée dans l'eau.

- a) Donner l'expression du pH_2 de la solution (S_2). Calculer sa valeur.
- b) Calculer le taux d'avancement final de la réaction.

4°) On fait diluer **10mL** de l'une des solutions (S_1) ou (S_2) pour avoir deux solutions de même pH . La quelle faut-il diluer ? Calculer le volume d'eau qu'on doit ajouter ?

Exercice n°2 : (4pts)

On prépare une solution basique (S) d'ammoniac NH_3 non pas trop diluée de concentration molaire C de volume $V = 100 \text{ mL}$. Sachant que le taux d'avancement final de la réaction est $\tau_f = 1,26 \cdot 10^{-2}$.

1°) Ecrire l'équation de la dissociation de l'ammoniac NH_3 dans l'eau.

2°) a) Exprimer la constante de basicité K_b du couple NH_4^+/NH_3 en fonction du taux d'avancement final τ_f et de la concentration C .

- b) En précisant les approximations utilisées, Montrer que $K_b = C \cdot \tau_f^2$.
- c) Déduire la valeur de la concentration C sachant que le couple NH_4^+/NH_3 a un $pK_a = 9,2$.

3°) Calculer la valeur de pH de la solution (S).

4°) On prélève **10mL** de la solution (S) et on lui ajoute de l'eau distillée. La valeur de pH varie de **0,5**.

- a) S'agit-t-il d'une augmentation ou diminution de pH ?
- b) Déterminer l'effet d'une dilution sur la valeur de τ_f .
- c) Déduire le volume V_e d'eau ajouté.

Physique : (13pts)

Exercice n°1 : (6pts)

Un oscillateur mécanique est constitué d'un ressort (R), à spires non jointives, de masse supposée négligeable et de raideur $K = 25 \text{ N.m}^{-1}$, lié à un solide (S) supposé ponctuel de masse m qui peut se déplacer sur un plan horizontal. A l'équilibre, le centre d'inertie G du solide coïncide avec l'origine O d'un repère (O, \vec{i}). La position du solide à un instant t donné est repérée par son abscisse $x(t)$ dans ce repère. Au cours de son mouvement, le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h \cdot \vec{v}$; ou h est une constante positive et \vec{v} est le vecteur vitesse. Un dispositif approprié (moteur) permet d'exercer sur (S) une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \cdot \sin(2\pi N t) \vec{i}$, d'amplitude F_m constante et de fréquence N réglable, de façon que $x(t) = X_m \cdot \sin(2\pi N t + \varphi_x)$; ou X_m est l'amplitude et φ_x est la phase initiale de $x(t)$.

1°) Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (a) et (b), données par la figure ci-dessous dont l'une représente l'évolution l'élongation $x(t)$ et l'autre celle de $F(t)$.

- a) Justifier que la courbe (a) correspond à $x(t)$.
 b) Déterminer les valeurs de X_m , F_m et N_1 .
 c) Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x$.
 2°) L'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie du solide (S) en fonction de x est :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + Kx = F$$

- a) Faire la construction de Fresnel associée à l'équation différentielle précédente.
 b) En déduire les valeurs de la constante h et de la masse m .

c) Montrer que : $X_m = \frac{F_m}{\sqrt{(2\pi N h)^2 + (K - 4\pi^2 N^2 m)^2}}$

3°) On fait varier la fréquence N jusqu'à obtenir une amplitude des élongations maximales.

- a) Qu'appelle-t-on ce phénomène ?

b) Ce phénomène est vérifié pour une fréquence d'expression : $Nr = \sqrt{N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}}$

Calculer la valeur de Nr .

- c) Pour quelles valeurs de la constante h ce phénomène est vérifié ?

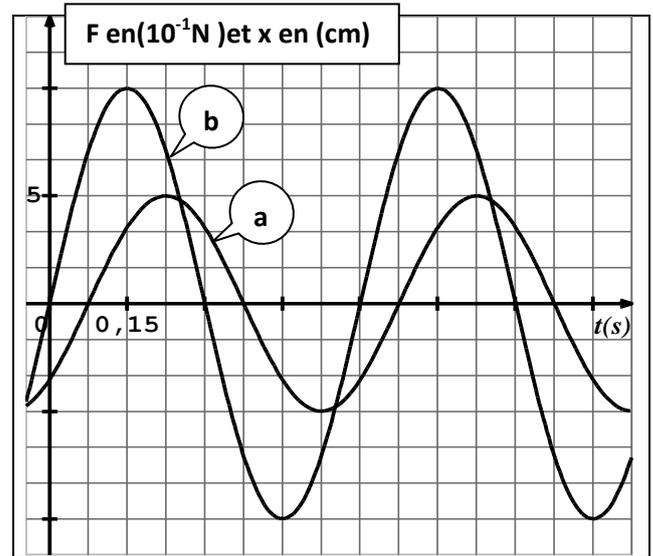
- d) Représenter l'allure de la courbe de réponse $X_m = f(N)$ pour les valeurs de $h_1 = 1,2 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ et $h_2 = 4 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$.

4°) Pour une valeur N_2 de la fréquence N , le déphasage est : $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$.

- a) En se référant à une analogie formelle électrique-mécanique, montrer que l'oscillateur est en état de résonance de vitesse.
 b) En déduire la valeur de N_2 .

5°) La masse m ne peut rester solidaire du ressort que pour une valeur de la tension du ressort ne dépassent pas $1,5N$. On fait diminuer la valeur de h jusqu'à atteindre la valeur $h_3 = 0,8 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. La résonance d'élongation est obtenue pour une fréquence $N_3 = 2,35\text{Hz}$.

- a) Déterminer la valeur de l'allongement maximal X_{2m} du ressort pour $N = N_3$.
 b) Préciser, en le justifiant, si le solide reste attaché au ressort, dans ce cas.



Exercice n°2 : (5pts)

On donne la célérité de propagation de l'onde le long d'une corde est $C = 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

L'extrémité S d'une corde très longue est fixée à une lame vibrante qui communique des vibrations sinusoïdales d'amplitude $a = 3\text{mm}$ et de fréquence $N = 100\text{Hz}$.

1°) Calculer la longueur d'onde λ de l'onde progressive qui s'établit le long de la corde.

2°) En prenant comme origine des temps l'instant où débute le mouvement de la source S de sa position d'équilibre dans le sens positif des élongations.

- a) Déterminer l'équation horaire du mouvement de la source S.
 b) Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde d'abscisse x .

3°) a) Représenter sur le même système d'axes les sinusoïdes des temps d'un point S et d'un point M_1 d'abscisse $x_1 = 45\text{cm}$.

- b) Comparer les mouvements de ces deux points S et M_1 de la corde.

4°) a) Représenter l'aspect de la corde à l'instant de date $t = 32,5 \cdot 10^{-3}\text{s}$

- b) Quels sont les points de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à S à l'instant $t = 32,5 \cdot 10^{-3}\text{s}$.

5°) On éclaire la corde par une lumière stroboscopique de fréquence des éclaires N_e .

Qu'observe-t-on aux fréquences des éclaires suivantes : $N_e = 50\text{Hz}$ et $N_e = 24,9\text{Hz}$.

Exercice n°3 : (2pts)

Texte documentaire :

A la découverte des ondes

«Il vous est certainement déjà arrivé de jeter un caillou dans l'eau calme d'un lac. Que s'est-il alors passé ? La surface du lac, qui était plane, a été localement perturbée au point d'impact du caillou et des vaguelettes sont nées. Ces petites vagues se sont déplacées, s'écartant en cercles concentriques de l'endroit où le caillou est entré dans l'eau. Les vaguelettes disparaissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'impact. Sans le savoir, vous avez créé une onde. Une onde est une perturbation qui se déplace ; on dit qu'elle se propage. Si vous aviez tenté l'expérience à proximité d'un pêcheur, ligne à main attendant patiemment que le bouchon s'agite, vous auriez pu, en observant ce bouchon à la surface de l'eau, décrire son mouvement : immobile avant que la vague ne l'atteigne, il se serait soulevé à son passage puis aurait repris sa position initiale sans être emporté par la vague... »

Questions :

1°) Quelle est la cause de la naissance des vaguelettes ?

2°) A partir du texte :

- a) Donner la définition d'une onde.
- b) Montrer que la propagation d'une onde correspond à un transport d'énergie et non de la matière.

3°) S'agit-il d'une onde transversale ou longitudinale ? Pourquoi ?

4°) Définir une onde progressive.

5°) Énoncer le principe de propagation.