

Exercice 1

Toutes les expériences ont lieu à 25°C température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

On considère les deux couples acide-base suivants :

HCOOH/..... : $pK_{a1} = 3,8$.

...../C₂H₅NH₂ : pK_{a2} inconnu.

- 1) Compléter les couples ci-dessus par l'entité manquante.
- 2) Ecrire l'équation de la réaction acide-base qui met en jeu ces deux couples en plaçant HCOOH à droite.
- 3) Le système aboutit instantanément à un équilibre dynamique caractérisé par :
 $[C_2H_5NH_2]_{\text{éq}} = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$; $[HCOOH]_{\text{éq}} = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$; $[C_2H_5NH_3^+]_{\text{éq}} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et $[HCOO^-]_{\text{éq}} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.
 - a- Déterminer la constante d'équilibre K relative à cette réaction.
 - b- Comparer alors la force des acides mis en jeu et déduire une comparaison entre pK_{a1} et pK_{a2} .
- 4) Etablir l'expression de la constante d'équilibre K relative à cette réaction en fonction de pK_{a1} et de pK_{a2} .
- 5) Déduire la valeur de pK_{a2} .

Exercice 2

On donne : à 25°C, $K_e = 10^{-14}$

En dissolvant chacun des trois acides A₁H, A₂H et A₃H dans l'eau pure, 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 du 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 : $K_{a1} = \frac{C \cdot \tau_f^2}{(1 - \tau_f)}$.

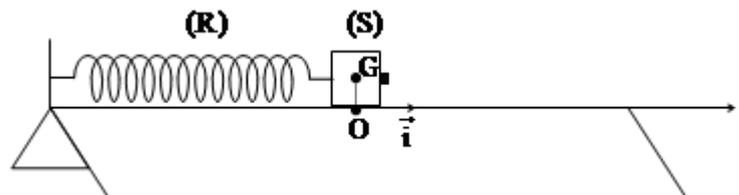
Calculer sa valeur.

Exercice 3

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse m et d'un ressort (R) de raideur $k = 40 \text{ N.m}^{-1}$ et de masse négligeable devant celle de (S).

I°/ Le solide (S), libre de se mouvoir sur un banc à coussin d'air horizontal, est écarté de sa position de repos dans la direction d'un axe (O, \vec{i}) parallèle au banc, puis libéré sans vitesse initiale à un instant t_0 qui sera pris comme origine des temps ($t_0 = 0$). Pour étudier les oscillations du pendule, on repère au cours du temps, la position du centre d'inertie G du solide (S) dans le repère (O, \vec{i}) (fig-3).

(Fig - 3-)



- 1/ a- En désignant par x l'abscisse de G et par v, sa vitesse à un instant t donné, exprimer l'énergie mécanique E du pendule élastique en fonction de m, k, v et x.
- b- En admettant que E reste constante au cours des oscillations, établir en x, l'équation différentielle des oscillations de G.

2/ Un système approprié d'acquisition des données permet d'obtenir les courbes 1 et 2 de la figure-4. La courbe traduit l'évolution de la valeur absolue de l'accélération a de G en fonction de la valeur absolue de son élongation x ; la courbe 2 représente l'évolution de x au cours du temps t .

- a- Montrer que la forme droite de la courbe 1 vérifie l'équation différentielle établie dans 1/b).
- b- En déduire la valeur de : la pulsation des oscillations ; la masse m du solide (S)
- c- Déterminer : les expressions de $x(t)$ et de $v(t)$; le sens dans lequel le solide (S) a été écarté initialement.

II°/ Le solide (S) est maintenant soumis, au cours de ses oscillations, à une force excitatrice $\vec{F} = (1,2 \sin 18t) \cdot \vec{i}$ et à une force de frottement $\vec{f} = -h\vec{v}$, avec $h = 0,8 \text{ N.s.m}^{-1}$.

1/ Sachant que pour un dipôle RLC série soumis à une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin \omega t$, l'équation différentielle reliant la charge du condensateur q à sa dérivée première et sa dérivée seconde est :

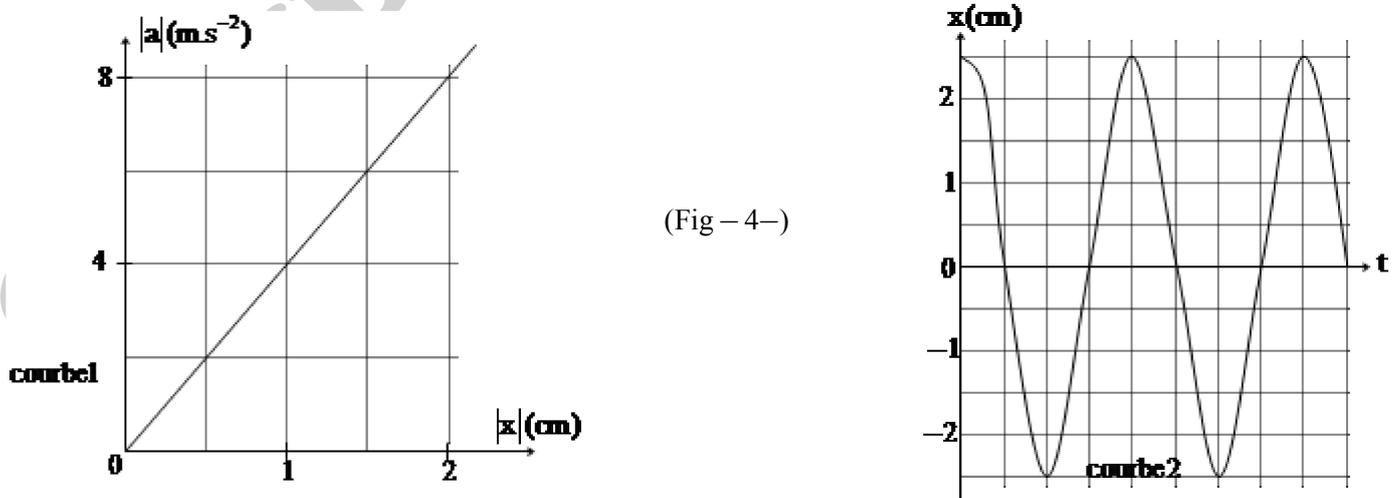
$$L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = u \quad \text{et sa solution est de la forme : } q(t) = Q_m \sin(\omega t + \varphi_q), \text{ avec}$$

$$Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 \omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2}} : \text{ charge maximale et } \varphi_q, \text{ phase initiale de } q \text{ telle que } \text{tg} \varphi_q = \frac{R\omega}{L\omega^2 - \frac{1}{C}}.$$

- a- En précisant l'analogie utilisée, écris :
 - i) l'équation différentielle reliant l'abscisse x de G à sa dérivée première et à sa dérivée seconde pour l'oscillateur mécanique.
 - ii) l'expression de $x(t)$ en régime permanent, en précisant son amplitude X_m et sa phase initiale φ_x .

b- En déduire l'expression de la vitesse $v(t)$ de G.
 2/ On modifie la pulsation de l'excitateur. Pour une valeur ω_1 de celle-ci, l'amplitude des oscillations devient maximale.

- a- Donner le nom du phénomène dont l'oscillateur est le siège à la pulsation ω_1 .
- b- Dans le cas d'un circuit RLC série, un phénomène analogue peut être observé à une valeur ω_r de la pulsation de la tension excitatrice $u(t)$. Etablir l'expression de ω_r en fonction de la pulsation propre ω_0 du circuit, de la résistance R et de l'inductance L .
- c- i) En déduire par analogie, l'expression de ω_1 en fonction de h , m et ω_0 , la pulsation propre du pendule élastique.
- ii) Calculer la valeur de ω_1 .
- d- Calculer la puissance mécanique moyenne du pendule oscillant à la pulsation ω_1 .



(Fig - 4-)