Exercice 1

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

On considère les deux couples acide-base suivants :

$HCOOH$/………… : pK_{a1}= 3,8.

…………/$C_2H_5NH_2$: 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 :

$[C_2H_5NH_2]_{éq} = 10^{-6}$ mol.L^{-1} ; $[HCOOH]_{éq} = 10^{-8}$ mol.L^{-1} ;$[C_2H_5NH_3^+]_{éq} = 10^{-3}$ mol.L^{-1} et $[HCOO^-]_{éq} = 10^{-4}$ 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, Ke = 10^{-14}

En dissolvant chacun des trois acides A_1H, A_2H et A_3H dans l'eau pure, on prepare respectivement trois solutions aqueuses acides (S_1), (S_2) et (S_3) 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 A_1H, A_2H et A_3Hpar ordre de force croissante. En déduire que A_2H 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 A_1H avec l'eau.

b- Calculer le taux d'avancement final τ_f.

c- Montrer que la constante d'acidité Ka_1 du couple A_1H/A_1^- est donnée par la relation : $Ka_1 = \dfrac{C.\tau_f^2}{(1-\tau_f)}$.

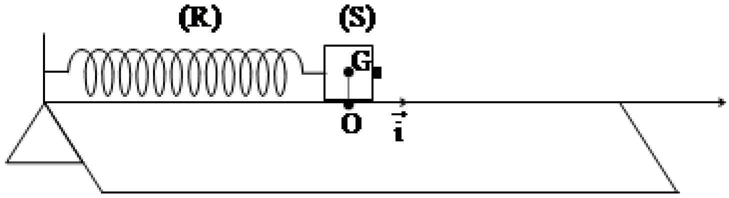
Calculer sa valeur.

Exercice 3

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse m et d'un ressort (R) de raideur k = 40 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 $\vec{F} = (1,2\sin 18t).\vec{i}$ et à une force de frottement $\vec{f} = -h\vec{v}$, avec h = 0,8 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 : $L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = u$ et sa solution est de la forme : $q(t) = Q_m\sin(\omega t + \varphi_q)$, avec $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2\omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2}}$: charge maximale et φ_q, phase initiale de q telle que $tg\varphi_q = \frac{R\omega}{L\omega^2 - \frac{1}{C}}$.

a- En précisant l'analogie utilisée, écrie :

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.

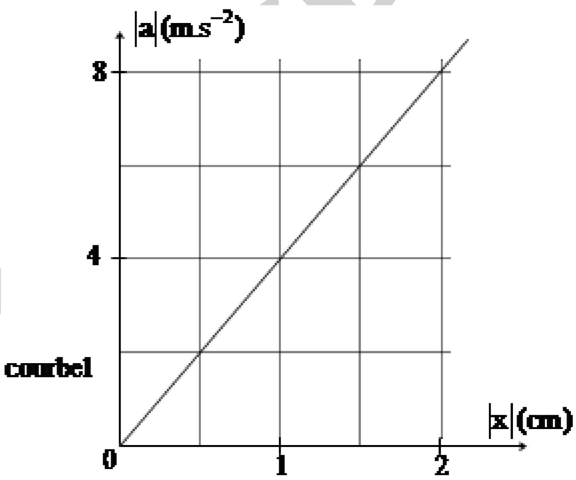
a- Donner le nom du phénomène dont l'oscillateur est le siège à la pulsation ω_1.

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–)