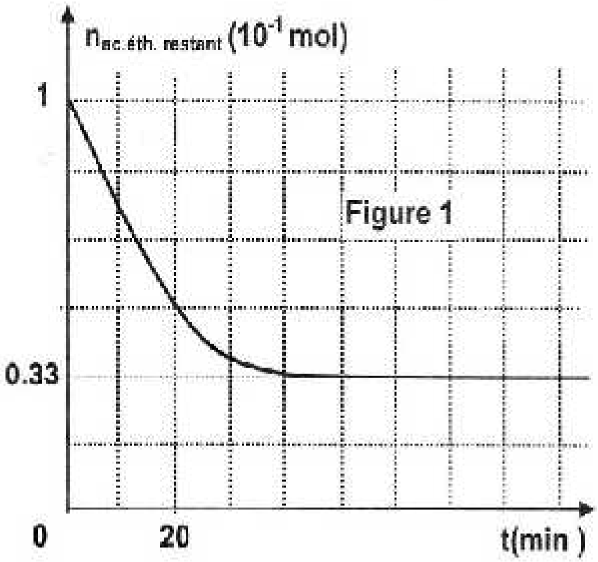
Chimie : Thème :équilibre chimique

Exercice n°1 :

A l'origine des dates t = 0, on considère un système chimique **(S)** où on mélange n_0 mol d'acide éthanoïque **(CH_3-CO_2H)** et n_0 mol d'éthanol **(CH_3-CH_2-OH)** en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique et à une température adéquate. Après des intervalles de temps donnés (de l'ordre de 10 min), on détermine la quantité d'acide éthanoïque restante. On trace la courbe de **la figure 1**, qui donne l'évolution de la quantité d'acide éthanoïque restante ($n_{ac.éth.\ restant}$) en fonction du temps **t**.



1) a- Préciser le rôle de l'acide sulfurique.
   b- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système **(S)**.

2) a- Donner l'expression de la loi d'action de masse relative à l'estérification.
   b- Déterminer la valeur de n_0.
   c- Déterminer la composition du mélange lorsque **(S)** est à l'équilibre. En déduire la valeur de la constante d'équilibre **K** relative à l'estérification.

3) A un instant t_1, on dose l'acide restant avec une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_b = 2 mol.L^{-1}. Il a fallu verser un volume V_{bE} = 25 mL de S_b pour obtenir l'équivalence.
On suppose que le nombre de moles d'acide sulfurique est négligeable.
   a- Déterminer l'avancement **x** de la réaction d'estérification, à l'instant t_1.
   b- Préciser, en le justifiant, si le système **(S)** est en état d'équilibre ou non, à l'instant t_1.
   c- Déduire, à partir de la courbe de la **figure 1**, la valeur de t_1.

Exercice n°1 :

Une portion d'un circuit AB contient, disposés en série, un résistor de résistance **R**, un condensateur de capacité **C = 5 μF** et une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**. Entre A et B, on applique une tension alternative sinusoïdale **$u(t) = U_m.\sin(2\pi Nt + \varphi_u)$** d'amplitude **$U_m$** constante et de fréquence **N** réglable. Pour une fréquence **$N = N_1$**, on visualise, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les tensions **$u_c(t)$** aux bornes du condensateur et **u(t)** aux bornes du circuit AB, respectivement sur ses voies Y_1 et Y_2. On obtient les oscillogrammes de la **figure 5**.

1- Parmi les deux schémas, **figure 3** ou **figure 4**, reproduire sur la copie celui qui permet d'obtenir les oscillogrammes de la **figure 5** en indiquant les branchements convenables à l'oscilloscope.

Figure 3

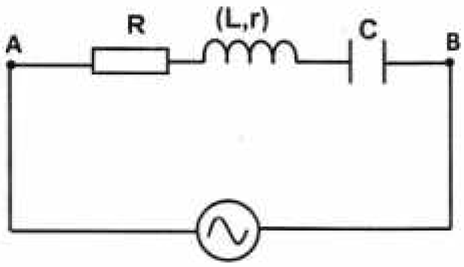
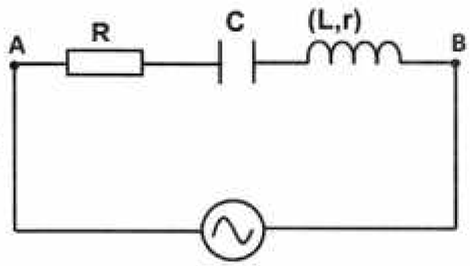


Figure 4



2- Sachant que toute variation de la fréquence **N** n'influe pas sur le signe du déphasage de **u(t)** par rapport à **$u_c(t)$**.

a- Justifier que la courbe (b) correspond à **$u_c(t)$**.

b- A partir des oscillogrammes, déterminer :

b_1 – la valeur de la fréquence **N_1**,

b_2 – les valeurs des amplitudes **U_m** et **U_{cm}** (amplitude de **$u_c(t)$**),

b_3 – le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{uc} - \varphi_u$, où φ_{uc} représente la phase initiale de **$u_c(t)$**.

c- En déduire si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.

3- Montrer que : $R + r = \dfrac{U_m}{U_{cm}} \cdot \dfrac{1}{2\pi.N_1.C.\sqrt{2}}$.

Calculer la valeur de **(R + r)**.

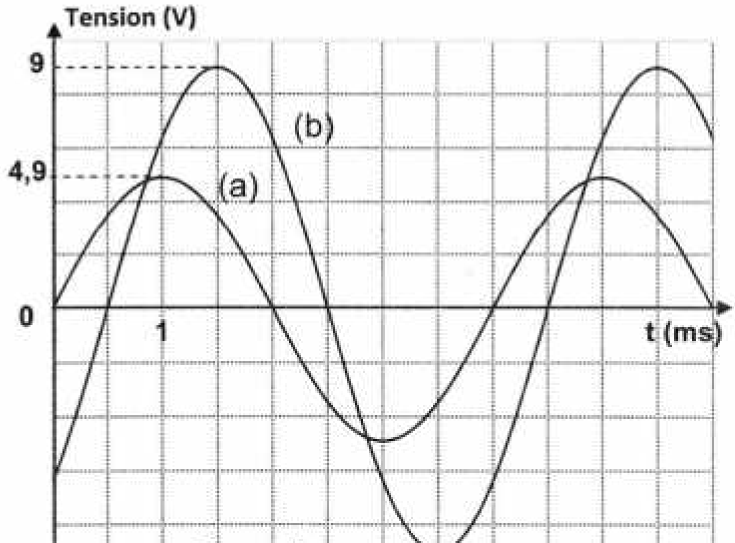


Figure 5

4- On branche un voltmètre aux bornes de l'ensemble bobine - condensateur et on augmente la fréquence **N** jusqu'à la valeur **N_2 = 318 Hz**. On constate que **u(t)** et **$u_c(t)$** deviennent en quadrature de phase et que le voltmètre indique une tension $U_1 = \dfrac{0,9}{\sqrt{2}}$ V .

a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b- Déterminer la valeur de L.

c- Déterminer la valeur de **r**. En déduire celle de **R**.

Exercice n° 2:

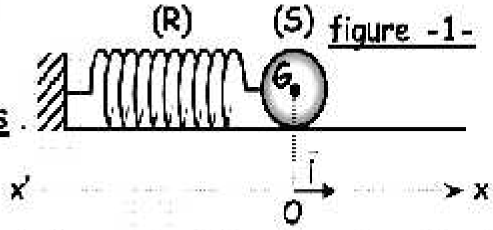


figure -1-

I/-Les frottements sont supposés négligeables .

Le pendule élastique représenté par la **figure -1-** est constitué par :

- Un ressort **(R)** à spires non jointives , d'axe horizontal , de masse négligeable et de raideur **k** .
- Un solide **(S)** , supposé ponctuel , de centre d'inertie **G** et de masse **m** .

Lorsque **(S)** est au repos , son centre d'inertie **G** occupe la position **O** origine d'un axe **x'Ox** horizontal .

On écarte **(S)** de sa position d'équilibre **O** jusqu'au point d'abscisse $x_0 = -2\sqrt{2}$ cm et on lui communique une vitesse v_0 à un instant qu'on prendra comme origine des dates .

A une date **t** quelconque , le centre d'inertie **G** de **(S)** a une élongation **x** et sa vitesse instantanée est **v** .

1°) En utilisant la relation fondamentale de la dynamique , monter que le solide **(S)** est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de période propre T_0 dont on donnera l'expression en fonction de **m** et **k** .

2°) a) Donner l'expression de l'énergie mécanique **E** du système { solide **(S)** , ressort **(R)** } lorsque **(S)** passe par un point **M** quelconque d'abscisse **x** avec une vitesse **v** .

b) Déduire de **1°)** que le système { solide **(S)** , ressort **(R)** } est conservatif .

3°) L'enregistrement graphique de ce mouvement est représenté sur la **figure - 2 -** .

a) Déterminer à partir du graphe la **figure - 2 -** l'équation horaire du mouvement de **(S)** .

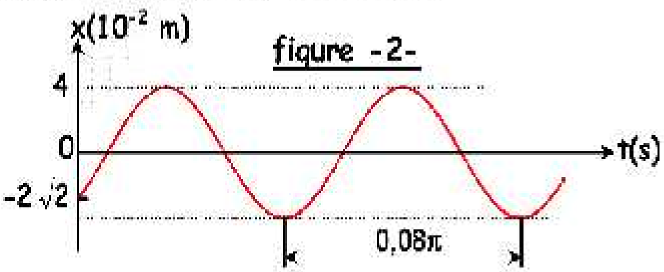


figure -2-

b) Déduire la valeur de la vitesse initiale v_0 ainsi que sa valeur maximale v_m .

4°) La courbe de la **figure - 3 -** , représente les variations de l'énergie cinétique $E_c(t)$ du solide **(S)** en fonction du temps .

a) Etablir l'expression de l'énergie cinétique E_c en fonction du temps .

b) Montrer , en utilisant la courbe ci-contre , que **k** a pour valeur $k = 10\ N.m^{-1}$.
Déduire alors la valeur de **m** .

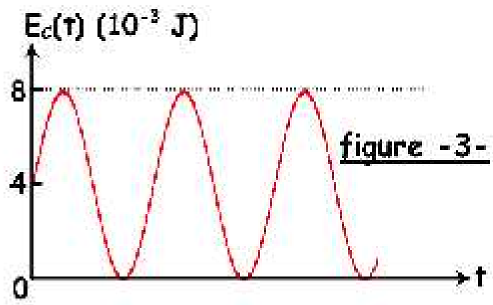


figure -3-

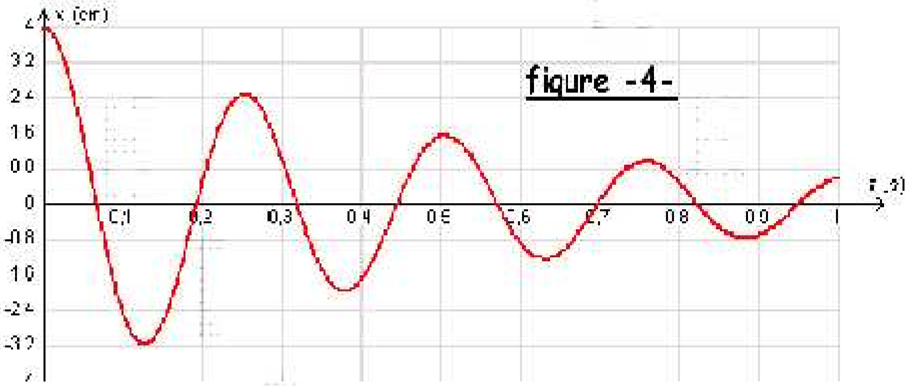
II/- Les frottements ne sont plus négligeables

A l'aide d'un dispositif approprié, on soumet maintenant le solide (S) à des frottements visqueux dont la résultante est $\vec{f} = -h.\vec{v}$ où h est une constante positive et $\vec{v}$ la vitesse instantanée du centre d'inertie G de (S).

1°) a) En utilisant la relation fondamentale de la dynamique, établir l'équation différentielle régissant le mouvement du solide (S).

b) Déduire que l'énergie mécanique E du système { solide (S), ressort (R) } n'est pas conservée au cours du temps.

2°) L'enregistrement des différentes positions de G au cours du temps donne la courbe de la **figure - 4 -**.

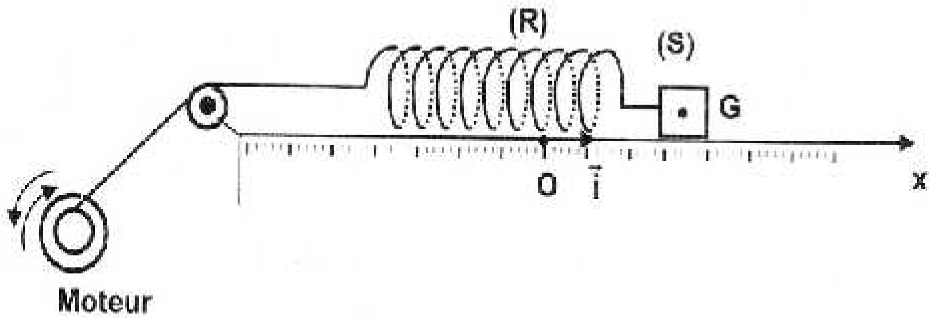


Déterminer la perte d'énergie entre les instants $t_1 = 0s$ et $t_2 = 2T$.
(T étant la pseudopériode).

Exercice n° 3 :

Un oscillateur mécanique est constitué d'un ressort (R), à spires non jointives, de masse supposée négligeable et de raideur **k = 25 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 (**figure 2**). Au cours de son mouvement, le solide (S) est soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h.\vec{v}$; où **h** est une constante positive et $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantanée de G. Un dispositif approprié (moteur) permet d'exercer sur (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 $x(t) = X_m.\sin(2\pi Nt + \varphi_x)$; où X_m est l'amplitude et φ_x est la phase initiale de **x(t)**.

Figure 2



1) Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (a) et (b), données par **la figure 3**, dont l'une représente l'évolution de 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**.

c- Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x$;

où φ_F est la phase initiale de $\vec{F}(t)$.

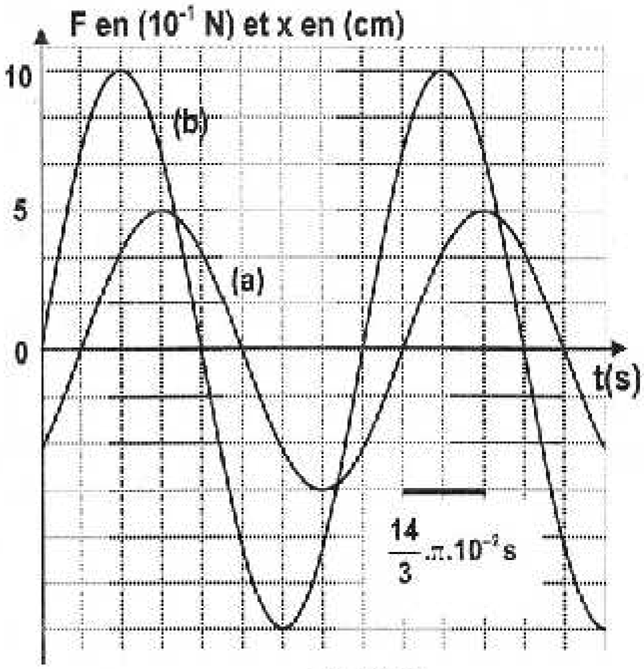


Figure 3

2) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie **G** du solide **(S)**, en fonction de **x** et de ses dérivés première et seconde.

3) 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 $X_m = \dfrac{F_m}{\sqrt{(2\pi N h)^2 + (k - 4\pi^2 N^2 m)^2}}$

4) Pour une valeur N_1 de la fréquence **N**, le déphasage est : $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x = \dfrac{\pi}{2}$ 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_1.

5) La masse **m** ne peut rester solidaire du ressort que pour une valeur de la tension du ressort ne dépassant pas **1,5** N. On fait diminuer la valeur de **h** jusqu'à atteindre la valeur $h_2 = 0{,}8\ N.m^{-1}.s$. La résonance d'élongation est obtenue pour une fréquence $N_2 = 2{,}35$ Hz.

a- Déterminer la valeur de l'allongement maximal X_{2m} du ressort pour $N = N_2$.

b- Préciser, en le justifiant, si le solide reste attaché au ressort, dans ce cas.