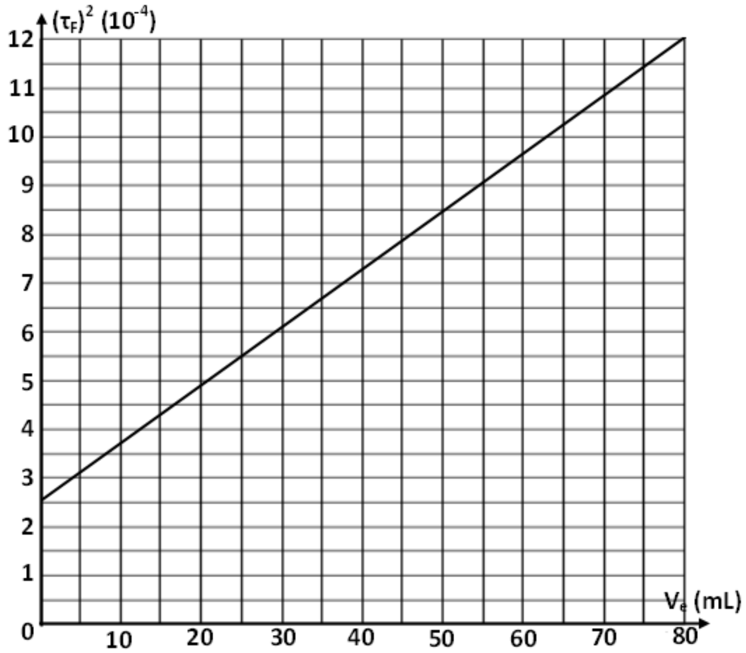
Devoir de contrôle n° 2

CHIMIE

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

Exercice n° 1 :

On dispose d'une solution aqueuse ($\mathbf{S_0}$) d'acide éthanoïque ($\mathbf{CH_3COOH}$) de concentration molaire $\mathbf{C_0 = 7{,}4.10^{-2}\ mol.L^{-1}}$ et de volume $\mathbf{V_0}$. On ajoute à cette solution un volume $\mathbf{V_e}$ d'eau pure pour obtenir une solution (**S**) de concentration molaire **C**. Pour différente valeur de $\mathbf{V_e}$ on détermine le taux d'avancement final $\boldsymbol{\tau_F}$ de l'ionisation de l'acide dans l'eau. Les résultats ont permis de tracer la courbe ci-contre donnant les variations de $\mathbf{(\tau_F)^2}$ en fonction de $\mathbf{V_e}$.



1) Écrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'acide éthanoïque dans la solution (**S**) et dresser un tableau descriptif de son évolution en utilisant l'avancement volumique **y**.
2) Montrer, en précisant les approximations utilisées, que la constante d'acidité du couple acide base correspondant à l'acide éthanoïque est liée aux taux d'avancement final $\boldsymbol{\tau_F}$ de la réaction de l'acide avec l'eau par : $\mathbf{K_a = (\tau_F)^2.C}$, où **C** est la concentration molaire de la solution (**S**).
3) Exprimer **C** en fonction de $\mathbf{C_0}$, $\mathbf{V_0}$ et $\mathbf{V_e}$ et déduire que $\mathbf{(\tau_F)^2 = \dfrac{K_a}{C_0\,V_0}V_e + \dfrac{K_a}{C_0}}$.
4) En exploitant la courbe déterminer $\mathbf{pK_a}$ et $\mathbf{V_0}$.
5) Calculer le **pH** de la solution initiale ($\mathbf{S_0}$).
6) Une solution ($\mathbf{S'_0}$) d'acide méthanoïque (**HCOOH**) de concentration molaire $\mathbf{C'_0}$ a même **pH** que la solution ($\mathbf{S_0}$). Le $\mathbf{pK_a}$ du couple ($\mathbf{HCOOH / HCOO^-}$) vaut **3,8**. Compare $\mathbf{C'_0}$ et $\mathbf{C_0}$. Justifier.

Exercice n° 2 :

On considère une solution aqueuse diluée d'un acide faible (**AH**) de concentration molaire **C**.

1) On désigne par **y** l'avancement volumique de la réaction de cet acide avec l'eau.

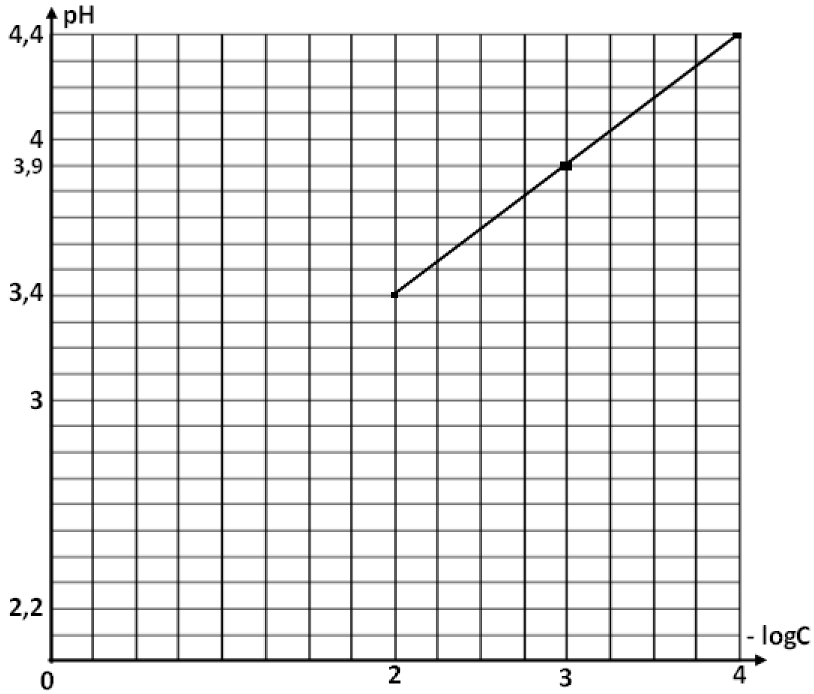
a) Écrire l'équation de la réaction de cet acide avec l'eau et dresser son tableau d'avancement en fonction de **y**.

b) En négligeant les ions hydronium (H_3O^+) provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de (**AH**), montrer que le taux d'avancement final de cette réaction est d'expression : $\tau_F = \dfrac{10^{-pH}}{C}$.

c) Montrer que la constante d'acidité du couple (AH / A^-) s'exprime par : $K_a = \dfrac{\tau_F^2\, C}{1 - \tau_F}$.

d) Déduire en précisant l'approximation faite que le **pH** de la solution s'exprime par la relation : $pH = \dfrac{1}{2}(pK_a - \log C)$.

2) Pour différente valeurs de la concentration **C** (en $mol.L^{-1}$) de la solution de (**AH**) on mesure le **pH** correspondant puis on trace la courbe **pH = f(- log C)** on obtient le graphe ci-contre.



a) Établir à partir du graphe la relation numérique entre **pH** et (**- log C**).

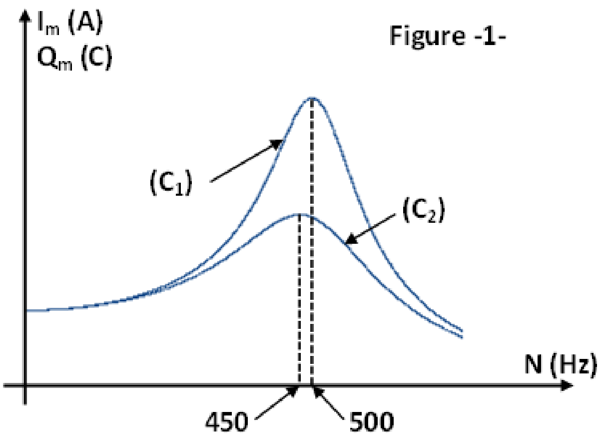
b) Déduire la valeur de la constante d'acidité K_a du couple (AH / A^-).

c) Calculer le taux d'avancement final τ_F de la réaction de cet acide avec l'eau dans le cas de la solution de concentration $C_1 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ et dans le cas de la solution de concentration $C_2 = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$. Que peut-on conclure ?

PHYSIQUE

Exercice n° 1 :

Un circuit électrique comporte, en série, une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r**, un condensateur de capacité **C = 10 µF** et un conducteur ohmique de résistance **R**. L'ensemble est alimenté par un générateur basses fréquences qui délivre une tension sinusoïdale : $u(t) = U_m \sin(2\pi N.t)$ de fréquence **N** variable.



1) Dans une première expérience, on fait varier la fréquence **N** du générateur et on détermine l'amplitude I_m de l'intensité du courant et l'amplitude Q_m de la charge du condensateur. Cette expérience nous a permis de tracer les courbes (C_1) et (C_2) de la figure -1-, ci-contre, traduisant : $Q_m = f(N)$ et $I_m = g(N)$.

On rappelle que la fréquence de résonance de charge est donnée par la relation (**1**) suivante :

$$N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{(R + r)^2}{8\pi^2 L^2}}$$ (**1**), avec N_0 la fréquence propre du circuit RLC.

a) Identifier les deux courbes (C_1) et (C_2). Justifier la réponse.

b) Déduire à partir de la figure -1- la valeur de N_0 ainsi que celle de N_r.

c) Calculer l'inductance L de la bobine.

d) À l'aide de la relation (**1**), montrer que la résistance totale du circuit est : $(R + r) \approx 195\ \Omega$.

e) Calculer le facteur de surtension du circuit.

2) Dans une deuxième expérience, on branche au circuit précédent un oscilloscope permettant de visualiser les tensions **u(t)** et $u_R(t)$. Pour une fréquence **N** du GBF, on obtient les oscillogrammes de la figure -2-.

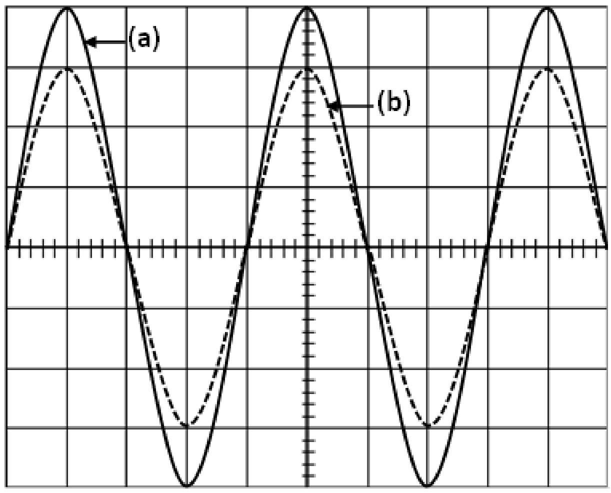


Figure -2-

a) Faire le schéma du circuit et préciser dessus les branchements de l'oscilloscope.

b) Montrer que l'oscillogramme (**a**) représente l'évolution de la tension **u** au cours du temps.

c) Dans quel état particulier se trouve le circuit ? Justifier la réponse.

d) Retrouver la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

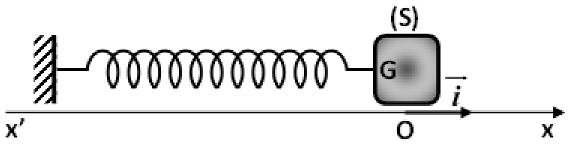
e) Montrer que : $\dfrac{R + r}{R} = \dfrac{5}{4}$.

3) **a)** Calculer les valeurs des résistances **R** et **r**.

b) Calculer la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle **RLC** à la fréquence **N**.

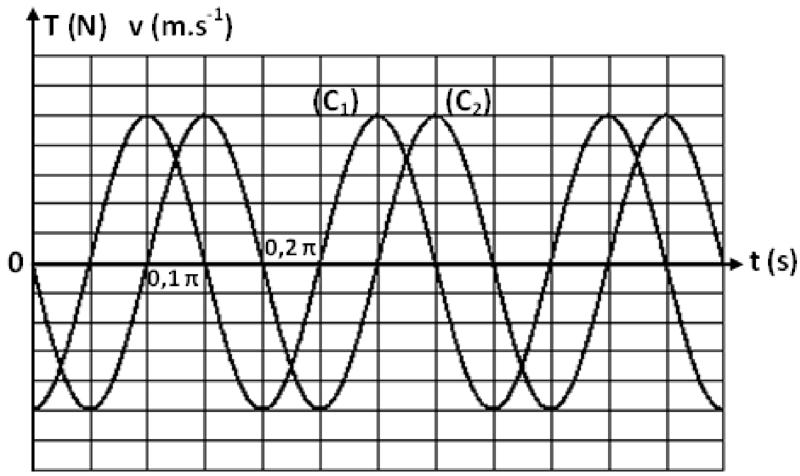
Exercice n° 2 :

Un pendule élastique est formé par un solide (**S**) de masse **m** attaché à l'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur **k**. L'ensemble est disposé sur un plan horizontal supposé parfaitement lisse comme l'indique la figure ci-contre.



Lorsque le solide est au repos son centre d'inertie **G** coïncide avec l'origine du repère **$(O, \vec{i})$**. Écarté de sa position d'équilibre, puis abandonné, à **t = 0** s, le solide se met à osciller sans frottement de part et d'autre du point **O**. On désigne par **x(t)** l'abscisse du centre d'inertie G et **v(t)** sa vitesse à un instant de date **t**.

1) En appliquant le théorème du centre d'inertie établir l'équation différentielle reliant **x(t)** à sa dérivée seconde par rapport au temps. Déduire la nature du mouvement de **G**.
2) Montrer que la tension du ressort **T(t)** du ressort évolue au cours du temps en quadrature avance de phase par rapport à la vitesse **v(t)**.
3) À l'aide d'un dispositif approprié, on enregistre l'évolution temporelle de la tension **T(t)** et celle de la vitesse **v(t)**, on obtient alors les courbes ci-dessous :



$D_V = 2\ N.div^{-1}$ pour (T) $D_V = 0{,}2\ m.s^{-1}.div^{-1}$ pour (v)

a) Identifier les deux courbes (**C_1**) et (**C_2**).
b) Déduire les amplitudes **T_m**, **V_m** respectivement de **T(t)** et **v(t)**.
c) Calculer la pulsation propre **ω_0** du pendule élastique et déduire l'amplitude **X_m** de l'élongation **x(t)**.
d) Déterminer la phase initiale **φ_x** de **x(t).**
e) Déterminer les valeurs de **k** et **m**.

4) **a)** Donner l'expression de l'énergie mécanique **E** du système {solide + ressort} en fonction de **x**, **v**, **k** et **m**.
   b) Montrer que cette énergie se conserve et calculer sa valeur.
5) En réalité le système {solide + ressort} est soumis à des frottements visqueux. On supposera qu'au cours d'une pseudo-période l'énergie mécanique diminue à chaque fois de **25%** de sa valeur. Déterminer l'amplitude **X_m** de l'élongation **x(t)** après cinq oscillations.