

DEVOIR DE SYNTHÈSE
Section : sciences expérimentales
Lycée secondaire Ibnelhaythem BEJA

Epreuve : Sciences physiques
Prof : Foued Bahlous
Durée : 3 heures
Classe : 4^{esc.2}
Coefficient: 4

CHIMIE (9points)

EXERCICE N°1 (3,5pts)

1. Compléter le tableau suivant :

Couple acide/base	$H_3O^+ / \dots\dots\dots (1)$	$NH_4^+ / \dots\dots\dots (2)$	$\dots\dots/HCO_2^- (3)$
K_a	55,35	.....	.....
pK_a	.....	9,25	.....
pK_b	.....	.....	10,25

2. Classer les couples du tableau par ordre d'acidité croissante.
3. Montrer que les acides des couples (2) et (3) sont faibles.
4. On fait réagir l'acide NH_4^+ avec la base HCO_2^-
 - a) Ecrire l'équation de la réaction acide-base qui a lieu.
 - b) Exprimer la constante d'équilibre K de cette réaction en fonction des constantes d'acidités K_{a2} et K_{a3} des couples (2) et (3). Calculer K et conclure.
 - c) Dédire une comparaison des forces des acides et des bases des deux couples (2) et (3).

EXERCICE N°2 (5,5pts)

I- / Au laboratoire de chimie, du lycée ibnelhaythem le laborantin a préparé deux solutions acides (S_1) et (S_2) renfermant respectivement un acide A_1H et A_2H , l'un est faible l'autre est fort, mais il a oublié de coller l'étiquette correspondante sur chaque flacon. Pour identifier les solutions on a prélevé un volume $V=20$ mL de chacune d'elles et on a mesuré son pH, on a trouvé $pH_1=2,9$ pour (S_1) et $pH_2=2$ pour (S_2).

- 1- Calculer la quantité de matière d'ions H_3O^+ dans chaque prélèvement.
- 2- On a réalisé une dilution au dixième des prélèvements précédents de (S_1) et (S_2) on a obtenu respectivement deux solutions S'_1 et S'_2 puis on répété la mesure de pH, on a trouvé $pH'_1=3,4$ pour (S'_1) et $pH'_2=3$ pour (S'_2).
 - a- Calculer la quantité de matière d'ions H_3O^+ dans (S'_1) et (S'_2).
 - b- Comparer les quantités de matière d'ions H_3O^+ avant et après dilution puis identifier la solution d'acide faible.

II- /

1- La solution d'acide faible, préparée précédemment, renferme de l'acide éthanique CH_3COOH de concentration molaire C , à partir de cette solution, qu'on notera (S), et par dilution, on désire préparer trois solutions (S_a), (S_b) et (S_c) de même volume $V'=50$ mL et de concentrations molaires respectives $C_a = \frac{C}{5}$; $C_b = \frac{C}{10}$ et $C_c = \frac{C}{20}$. Pour préparer ces solutions, on dispose du matériel suivant :

- Deux pipettes à deux traits de jauge de 5 mL et de 10 mL.
- Une pipette graduée de 5 mL.
- Deux fioles jaugées de 50 mL et de 100 mL.

a- Montrer que le volume prélevé V_p de la solution (S) pour préparer (S_b) est $V_p = \frac{C_b V'}{C}$

b- Décrire le mode opératoire qui nous permet de préparer la solution (S_b) à partir de la solution (S). Justifier la verrerie utilisée.

2-

On donne le tableau de variation du taux d'avancement final τ'_f de la réaction de dissociation de l'acide éthanóique en fonction du volume prélevé V_p pour préparer les trois solutions (S_a), (S_b) et (S_c).

Solution	S_a	S_b	S_c
$V_p(\text{mL})$	10	...	2,5
τ'_f	0,028	0,040	0,056
$\log V_p(\text{mL})$	...	...	...
$\log \tau'_f$	...	...	...

a- Compléter le tableau.

b- Tracer le graphe qui représente $\log \tau'_f = f(\log V_p)$.

3-

a- Dresser le tableau d'avancement volumique de la réaction de l'acide éthanóique avec l'eau.

b- Établir l'expression du taux d'avancement final τ_f de la réaction de dissociation de l'acide éthanóique en fonction de K_a constante d'acidité du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ et C la concentration molaire de l'acide. (l'acide CH_3COOH est faiblement ionisé).

c- Dédurre l'expression de τ'_f taux d'avancement final de l'acide éthanóique après dilution en fonction de K_a , C , V (volume de la solution diluée) et V_p (volume prélevé pour préparer la solution diluée).

d- Justifier théoriquement l'allure de la courbe

e- Sachant que le $\text{p}K_a$ du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ est égal à 4,8, déterminer à partir du graphe tracé, la concentration molaire C de la solution initiale de l'acide éthanóique.

PHYSIQUE (11points)

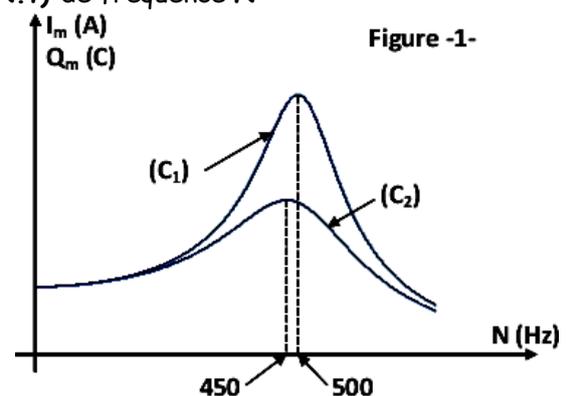
EXERCICE N°1 (4,5pts)

Un circuit électrique comporte, en série, une bobine d'inductance L et de résistance interne r , un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ 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 :

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



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

b) Dédurre-en justifiant- 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.

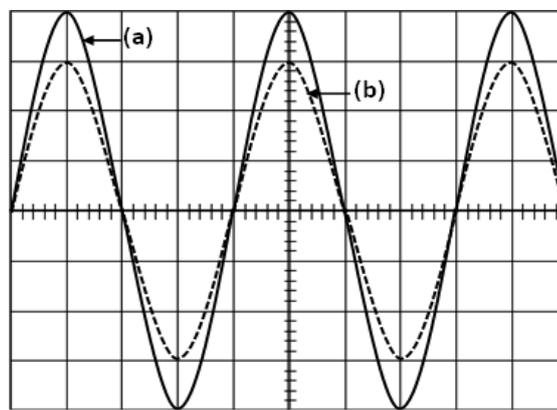
d) À l'aide de la relation (1), montrer que la résistance totale du circuit est : $(R+r) \approx 195 \Omega$.

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-



$D_V = 1 \text{ V.div}^{-1}$
 $D_H = 0,5 \text{ ms.div}^{-1}$

Figure -2-

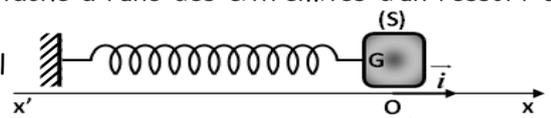
- Faire le schéma du circuit et préciser les branchements de l'oscilloscope.
- Montrer que l'oscillogramme (a) représente l'évolution de la tension u au cours du temps.
- Dans quel état particulier se trouve le circuit ? Justifier la réponse.
- Retrouver la valeur de l'inductance L de la bobine.

e) Montrer que
$$\frac{R+r}{R} = \frac{4}{3}$$

- Calculer les valeurs des résistances R et r .
 - Calculer la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle RLC à la fréquence N .

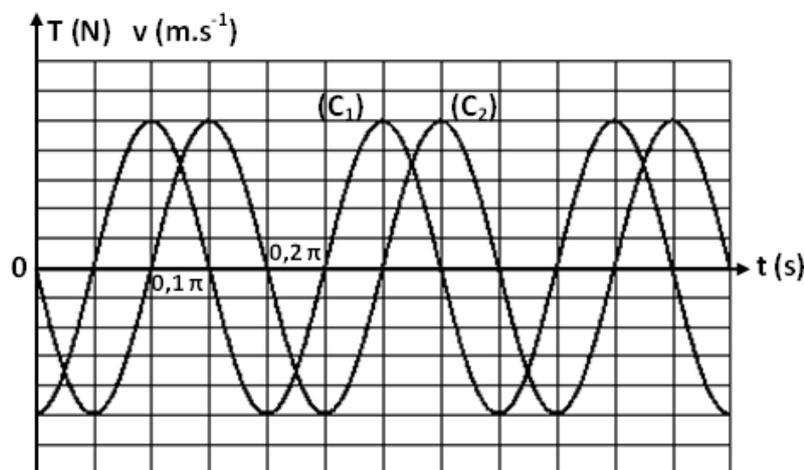
EXERCICE N°2(4,5pts)

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, 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 .

- En appliquant le théorème du centre d'inertie établir l'équation différentielle reliant $x(t)$ à sa dérivée seconde par rapport au temps. Dédire la nature du mouvement de G .
- 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 $v(t)$.
- 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 :



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

- Identifier les deux courbes (C_1) et (C_2) .
- Dédire 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.

EXERCICE N°3 (2pts)

Étude d'un document scientifique

L'analogie électromécanique

L'analogie électromécanique est une apparence de similitude entre les grandeurs électriques et mécaniques induite par l'observation des oscillateurs en électricité et en mécanique et par la grande ressemblance entre les équations décrivant l'évolution de ces deux types de systèmes.

Il est relativement simple de concevoir un circuit électrique pour lequel on peut ajuster les valeurs de L, R et C. Il est en revanche plus compliqué d'étudier un système mécanique en faisant varier les valeurs de m, h et k : à chaque essai, il faudrait faire varier l'objet sollicité (la masse), le couple de matériaux de l'amortisseur (coefficient de frottement) et le ressort (raideur). On peut donc concevoir un circuit RLC avec des composants à caractéristiques variables, obéissant à une équation différentielle similaire au système mécanique.

L'analogie électromécanique est également intéressante pour l'étude des cristaux piézoélectriques. En effet, un cristal peut vibrer, et cette vibration mécanique peut se représenter par un système masse-ressort. Et le cristal est également un composant électrique dont le comportement peut se représenter par un circuit RLC. On peut donc représenter le comportement électro-mécanique du cristal par deux circuits RLC : l'un représentant effectivement le comportement électrique, l'autre le comportement mécanique. Cela permet d'étudier le couplage entre les deux effets, par exemple :

D'après : wikipédia

Questions :

- 1) Définir le terme analogie électromécanique?
- 2) a) Expliquer pourquoi on a souvent recours à faire des analogies électromécaniques
 b) faire l'analogie entre les grandeurs soulignées dans le texte.
- 3) Citer un exemple où l'analogie électromécanique est indispensable.

