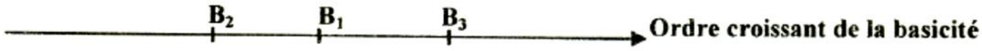
Lycée rue de Russie Tunis ◈◇◈ Devoir de synthèse	Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES
	Durée : 3 H
	Coefficient : 4
Classe 4ème Sciences expérimentales 1	Mars 2019

CHIMIE (9 points)

Exercice 1

Toutes les solutions sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est **Ke** = 10^{-14}.
On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.
Une monobase est considérée comme faiblement ionisée dans l'eau si le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau est inférieur à **5.10^{-2}**.

On dispose de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) respectivement de monobases B_1, B_2 et B_3 de même concentration molaire $C_0 = 10^{-1}$ mol.L^{-1}. La mesure, dans un ordre quelconque, du **pH** de ces solutions a donné les valeurs: **13,0 ; 10,8** et **11,1**.
Sachant que les trois bases sont classées par ordre croissant de basicité comme indiqué ci-dessous :



1) a- En justifiant la réponse, attribuer à chaque solution le **pH** correspondant.
   b- Montrer que les bases B_1 et B_2 sont faibles, alors que la base B_3 est forte.
   c- Justifier que les bases B_1 et B_2 sont faiblement ionisées dans l'eau.
2) Etablir l'expression du **pH** d'une solution aqueuse d'une monobase **B** faible et faiblement ionisée en fonction du pK_b du couple BH^+/B correspondant, du pK_e et de la concentration molaire initiale **C** de la base étudiée.

3) Pour différentes valeurs de la concentration molaire **C** (variant de 10^{-2} à 10^{-1} mol.L^{-1}) des solutions relatives aux trois monobases précédentes B_1, B_2 et B_3, on mesure séparément le **pH** correspondant, puis on représente à chaque fois la courbe **pH** en fonction de **(-logC)**. On obtient alors les courbes ($\mathcal{C}$), ($\mathcal{C}'$) et ($\mathcal{C}''$) de la **figure 1**.
   a- En justifiant la réponse, attribuer chaque courbe à la base correspondante.
   b- En exploitant les courbes de la **figure 1**, déterminer :
      b_1-les valeurs des constantes pK_{b1} et pK_{b2} respectivement des couples B_1H^+/B_1 et B_2H^+/B_2;
      b_2- les valeurs des concentrations molaires C'_1 et C'_2 respectivement des solutions (S'_1) et (S'_2), correspondant aux bases B_1 et B_2, ayant le même **pH** de valeur **10,6**.

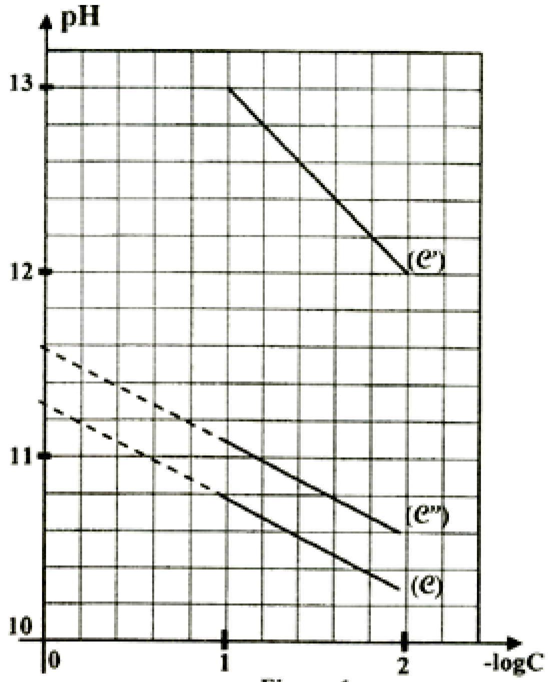


Figure 1

Exercice 2

Toutes les solutions sont considérées à **25 °C**, température à laquelle $pK_e = 14$.

On considère une solution aqueuse (S_A) d'un acide faible **AH** de concentration C_A = **0,1 mol.L^{-1}** et de **pH = 2,9**. On suppose que l'on pourra négliger les ions dus à l'ionisation propre de l'eau.

1- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique noté **y**, relatif à la réaction de l'acide **AH** avec l'eau.

2- a- Exprimer le taux d'avancement final τ_f, de la réaction de l'acide **AH** avec l'eau, en fonction du **pH** et de C_A. Calculer la valeur de τ_f.

b- Montrer que la constante d'acidité K_a, du couple acide / base **AH / A⁻**, peut s'écrire : $K_a = \frac{10^{-pH}.\tau_f}{1-\tau_f}$.

c- Vérifier que le pK_a du couple **AH / A⁻** s'écrit : $pK_a = pH - \log\tau_f$. Indiquer l'approximation utilisée.

3- Maintenant, on prépare, par dilution à l'eau distillée à partir de (S_A), deux solutions aqueuses (S_{A1}) et (S_{A2}) de même volume **V = 50 mL** et de concentrations respectives C_{A1} et C_{A2}. En fait, pour obtenir (S_{A1}), on dilue deux fois un volume v_{01} de (S_A) et pour obtenir (S_{A2}) on dilue dix fois un volume v_{02} de (S_A).

a- Préciser la valeur de v_{01}.

b- Décrire brièvement le mode opératoire qui permet de préparer (S_{A1}) en indiquant le matériel **adéquat**. On dispose de : un flacon d'un litre de (S_A) ; une pissette remplie d'eau distillée ; fioles jaugées de 50 mL, 100 mL et 250 mL ; béchers de 100 mL ; pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL et 25 mL ; agitateur.

c- Les concentrations, les **pH** des solutions précédentes et les valeurs des τ_f correspondants sont consignés dans le tableau ci-contre.

Solution	(S_A)	(S_{A1})	(S_{A2})
Concentration (mol.L⁻¹)	0,1	…	…
pH	2,90	3,05	…
τ_f	0,0125	…	0,0398

c₁- Reproduire puis compléter le tableau précédent en faisant les calculs nécessaires.

c₂- Calculer la valeur du pK_a du couple **AH / A⁻**.

c₃- Identifier, en le justifiant, le couple **AH / A⁻** parmi les couples donnés dans le tableau suivant :

Couple acide / base	$HClO / ClO^-$	$CH_3CO_2H / CH_3CO_2^-$	HNO_2 / NO_2^-
pK_a	7,4	4,8	3,3

PHYSIQUE (11 points)

Document texte

Le 18 avril 1850 à Angers, un régiment (unité de l'armée de terre) provoqua l'écroulement du pont suspendu, simplement par le passage des soldats au pas cadencé. Un autre pont suspendu, cette fois-ci au Tacoma (Etats Unis d'Amérique), s'est effondré en 1840 par le seul effet de rafales de vent régulières sans être violentes (60 km.h⁻¹). Lorsqu'un système mécanique pouvant vibrer (osciller) est mis en oscillations forcées par un phénomène extérieur, celui-ci impose sa fréquence de vibration au système mécanique. Il y a résonance lorsque la fréquence imposée devient égale à la fréquence propre du système mécanique. Ce phénomène se manifeste par des oscillations très fortes, bien plus fortes que celles du phénomène qui impose sa fréquence, pouvant entrainer la destruction du système. Et nos ponts dans tout ça ? Le pont suspendu, joue le rôle du système mécanique pouvant vibrer. Les rafales de vent ou le pas cadencé jouent le rôle de système extérieur imposant sa fréquence de vibration au pont. Dans les deux exemples (Angers et Tacoma), il y en a résonance c'est à dire accord parfait entre la fréquence de vibration du vent ou du pas cadencé et la fréquence propre du pont : les vibrations engendrées ont été suffisamment fortes pour détruire les deux ponts.

1- a- Nommer le phénomène physique qui explique les cas spectaculaires de destruction des ponts.

b- Dégager, à partir du texte, la condition nécessaire pour que ce phénomène ait lieu.

2- a- Pour les deux exemples (Angers et Tacoma) cités dans le texte, préciser le nom du résonateur et celui de l'excitateur, se rapportant au phénomène décrit en **1-a-**.

b- Expliquer le fait que l'amplitude des oscillations du pont ne puisse dépasser une certaine limite sans que celui-ci ne soit détruit.

Exercice 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.

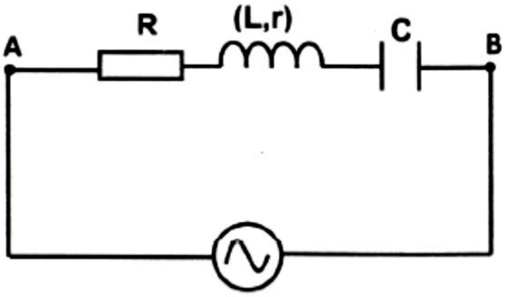


Figure 3

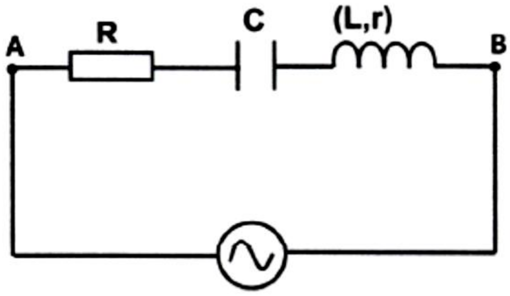


Figure 4

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 **$u_c(t)$**.

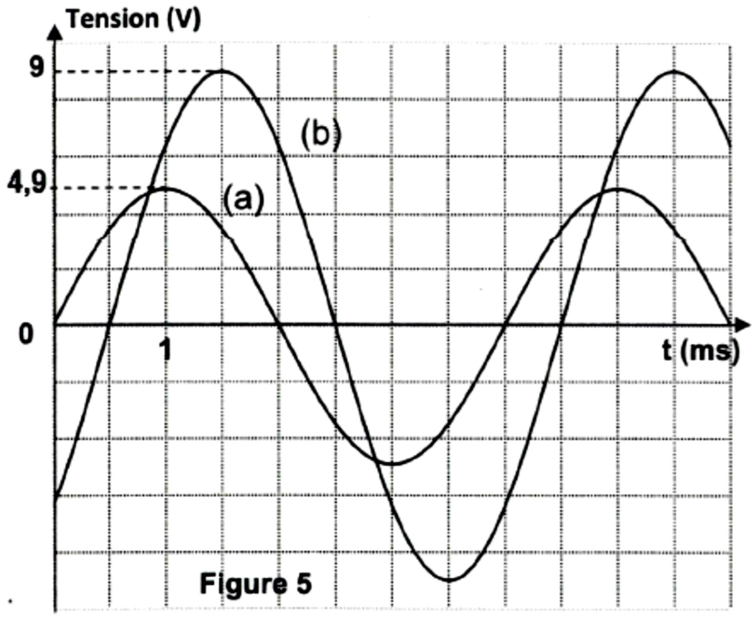
b- A partir des oscillogrammes, déterminer :

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 : $\mathbf{R + r = \frac{U_m}{U_{cm}} \cdot \frac{1}{2\pi . N_1 . C . \sqrt{2}}}$.

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

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 $U_1 = \frac{0,9}{\sqrt{2}}$ V.

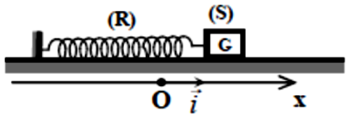
a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b- Déterminer la valeur de **L**.

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

Exercice 2

A) Un pendule élastique horizontal est formé d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur $K=20N.m^{-1}$ dont l'une de ses extrémités est fixe et à l'autre est accrochée un solide (S) de masse m=50g et de centre d'inertie G. La position de (S) est repérée par son abscisse x dans le repère $(O, \vec{i})$ porté par l'axe du ressort et dirigé dans le sens de l'allongement, O étant la position d'équilibre de (S).



A l'instant de date t=0, on écarte le solide (S) de sa position d'équilibre de $x_0=2,5$ cm à partir de O, dans le sens positif puis on le lance avec une vitesse initiale $v_0= 0,866m.s^{-1}$ dans le sens des élongations croissantes. Le solide (S) n'est soumis à aucune force de frottement. Il effectue alors des oscillations d'amplitude constante, avec une période propre T_0.

1) a- Donner l'analogue électrique de l'oscillateur mécanique libre non amorti considéré.

b- Etablir l'équation différentielle des oscillations du solide (S).

2) Déterminer l'amplitude et la phase initiale de l'élongation x(t). Déduire les expressions de x(t) et de v(t).

3) Montrer que l'énergie mécanique totale E du pendule élastique est constante. Calculer sa valeur.

B) Le pendule élastique précédent est soumis d'une part à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$ où $\vec{v}$ est la vitesse du centre d'inertie G du solide (S) et h un coefficient positif ($h=0,2kg.s^{-1}$) ;

d'autre part à une force excitatrice $\vec{F} = F_m \sin\omega t.\vec{i}$ exercée par un excitateur approprié tel que $F_m=0,8N$.

Le solide (S) est alors animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de même pulsation $\omega=16$ $rad.s^{-1}$ que la force excitatrice et d'élongation $x(t)=X_m \sin(\omega t+\varphi)$.

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

$Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2\omega^2+(\frac{1}{C}-L\omega^2)^2}}$ la charge maximale et φ_q la phase initiale de q(t).

b- Écrire l'expression de l'amplitude X_m des élongations x du centre d'inertie G de (S) .
En déduire l'expression de l'amplitude V_m de la vitesse du solide (S).

2) a- Donner l'expression de l'impédance électrique Z de l'oscillateur forcé RLC puis exprimer par analogie l'impédance mécanique $Z_{méc}$ du pendule élastique considéré.

b- Calculer X_m et V_m lorsque $\omega=16rad.s^{-1}$.

3) En faisant varier la pulsation ω de l'excitateur mécanique, mais en maintenant constante la valeur de F_m, V_m varie.

a- Déterminer la valeur de ω pour laquelle V_m est maximale que l'on calculera.

b-Préciser alors le déphasage entre la vitesse v(t) et la force F(t) .