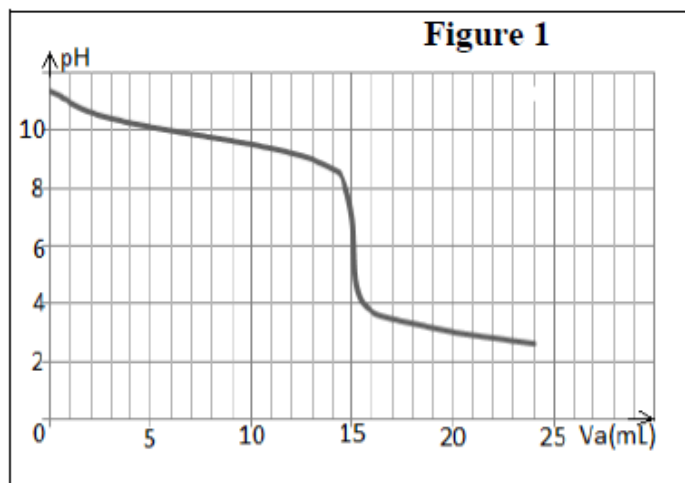


Composition n°2 – Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1:

- 1) On fait barboter un volume V de gaz chlorhydrique (HCl) mesuré à 0°C ($V_m = 22,4 \text{ L/mol}$) dans $V_0 = 100 \text{ mL}$ d'eau pure et on obtient une solution S_0 de concentration $C_0 = 0,1 \text{ mol/L}$. Par la suite, toutes les solutions seront prises à 25°C . On introduit dans une fiole jaugée 10 mL de la solution S_0 que l'on dilue à 100 mL . Soit S_1 cette solution. On dose 20 mL d'une solution de soude de concentration inconnue C_b par 5 mL de solution S_1 .
 - a) Déterminer le volume V de gaz chlorhydrique dissout.
 - b) Quel est le pH de la solution S_1 ?
 - c) Déterminer la concentration C_b et le pH de la solution de soude.

- 2) On se propose de doser une solution aqueuse S_B d'une monobase B de concentration molaire C_B , par la solution S_0 . On prélève 20 mL de S_B auquel on ajoute progressivement la solution S_0 . On suit l'évolution de pH en fonction du volume V_a de la solution S_0 , on obtient la courbe de la figure 1.



- a) Préciser en le justifiant si la base est faible ou forte ?
- b) Déterminer les coordonnées du point d'équivalence, puis déduire la valeur de C_B .

- 3)
 - a) Définir un indicateur coloré.
 - b) Parmi les indicateurs colorés du tableau (1), préciser en le justifiant lequel faut-il choisir pour repérer le point d'équivalence ?

Tableau 1	Indicateur coloré	Hélianthine	Rouge de méthyle	phénolphthaléine
	Zone de virage	3,1 - 4,4	4,2 - 6,2	8,2 - 10,0

- c) Quelles sont les propriétés du mélange obtenu à la demi-équivalence ?
- d) Déduire la constante pK_a du couple acide-base correspondant à la base B .
- e) En utilisant le tableau (2), identifier, en vous justifiant, la base B .

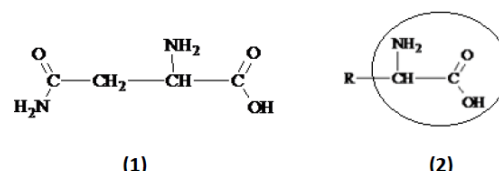
Tableau 2	Acide/base	$(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+/(\text{CH}_3)_3\text{N}$	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$	HNO_2/NO^-
	pK_a		9,80	9,25

- 4) Écrire l'équation de la réaction de ce dosage.
- 5) Quels volumes V_1 et V_2 respectivement de la solution S_0 et S_B faudrait-on mélanger pour obtenir 200 mL d'une solution de $\text{pH}=9,7$?

Exercice n°2:

- 1) La formule semi-développée de l'asparagine est donnée ci-contre (1).

Dans la suite, pour simplifier, on adoptera la formule (2) et on supposera que le groupe d'atomes R est sans influence sur les propriétés chimiques du groupe encadré.



- a) Reproduire la formule (2) sur la copie et nommer le groupe fonctionnel encadré.
 - b) Définir un atome de carbone asymétrique. Marquer d'un astérisque (*) l'atome de carbone asymétrique de la formule reproduite sur la copie.
 - c) Représenter en perspective les deux énantiomères de l'asparagine.
- 2) On dissout maintenant 400 mg d'asparagine pure dans 100 mL d'eau distillée.
 - a) Calculer la concentration molaire de la solution obtenue. Donnée : masse molaire de l'asparagine : $M_{\text{asp}} = 132 \text{ g.mol}^{-1}$.
 - b) Dans la solution ainsi préparée, quel ion particulier trouve-t-on ? Écrire les couples acide-base correspondant à cet ion et les demi-équations protoniques de ces couples.

- 3) On envisage de déterminer les pKa, notés pKa₁ et pKa₂ associés aux deux couples acide-base. Pour cela on mélange 10 mL de la solution d'asparagine avec 5mL d'une solution d'acide chlorhydrique de même concentration molaire.
- Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'ion particulier et l'ion hydronium.
 - Le pH du mélange obtenu vaut 2,16. Déterminer le pKa associé au couple acide-base mis en jeu.
 - Proposer, sans calcul, une méthode expérimentale qui permet de déterminer le pKa associé à l'autre couple acide-base de d'ion particulier issu de l'asparagine.

Exercice n°3:

Partie 1

- Le nucléide cobalt ${}_{27}^{60}\text{Co}$, utilisé en radiothérapie, est radioactif β^- . Sa demi-vie radioactive est $T = 5,3$ années
 - Ecrire l'équation traduisant cette désintégration.
 - Calculer, en année⁻¹, la constante radioactive λ de la réaction nucléaire.
- Un échantillon contient une masse $m_0 = 1\text{g}$ de ${}_{27}^{60}\text{Co}$ radioactif à la date $t_0 = 0\text{s}$.
 - Calculer le nombre N_0 de noyaux ${}_{27}^{60}\text{Co}$ radioactifs contenus dans l'échantillon à l'instant t_0 .
 - Calculer le nombre N_1 de noyaux ${}_{27}^{60}\text{Co}$ radioactifs contenus dans l'échantillon à l'instant $t_1 = 1$ année.
- a) Définir l'activité radioactive $A(t)$ d'un échantillon à la date t .

- b) Calculer, en pourcentage, le rapport $\frac{A(t_1)}{A(t_0)}$.

On donne : $e^{-0,13} \approx 0,88$; $M({}_{27}^{60}\text{Co}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$; $\ln 2 \approx 0,69$

Nombre d'Avogadro : $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Extrait du tableau de la classification périodique :



Partie 2

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Les niveaux d'énergie E_n de l'atome d'hydrogène sont donnés par

l'expression : $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$, où n est un entier naturel non nul.

La figure 3 représente le diagramme d'énergie de l'atome d'hydrogène.

1. Reproduire la figure 3 et compléter le diagramme.

2. a) Calculer, en eV, l'énergie d'un photon capable de provoquer la transition de l'atome d'hydrogène du niveau $n = 1$ au niveau $n = 3$.

b) Déduire la valeur de la fréquence ν de la radiation correspondante.

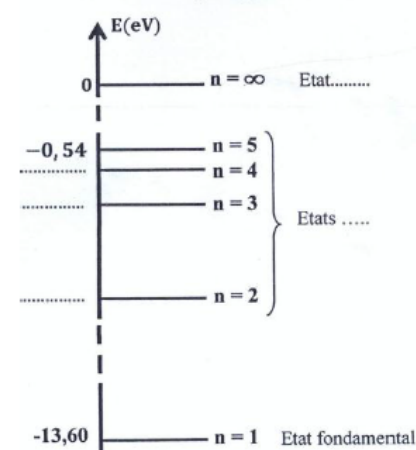
3. On envoie, sur un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental, un faisceau de lumière constitué de deux radiations lumineuses, l'une de fréquence $\nu_1 = 4,18 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ et l'autre d'énergie de photon $W_2 = 2,86 \text{ eV}$.

a) Montrer que l'atome d'hydrogène peut s'ioniser sous l'effet de la radiation de fréquence ν_1 .

b) Justifier que la radiation d'énergie W_2 ne peut pas interagir avec l'atome d'hydrogène.

Figure 3

Diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène



Exercice n°4:

On associe en série un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et un résistor de résistance $R_0 = 81,5 \Omega$. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_m = 6 \text{ V}$ et de fréquence N réglable. (**Figure 4**).

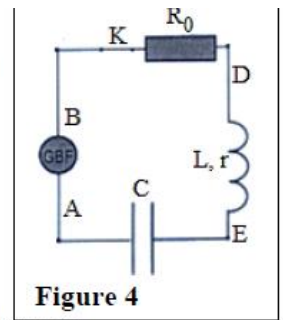


Figure 4

1. a) Préciser parmi les points A et B du circuit celui auquel on doit relier la masse du GBF afin de visualiser simultanément la tension d'alimentation $u(t)$ et la tension u_{R_0} aux bornes du résistor, sur l'écran de l'oscilloscope.
 b) Reproduire le schéma de la **figure 4** en y indiquant les branchements effectués à l'oscilloscope.
2. Pour une valeur N_1 de la fréquence N du GBF, on obtient les oscillogrammes (1) et (2) de la **figure 5** avec les réglages suivants :
 Base de temps : $0,5 \text{ ms/div}$; voie utilisée pour visualiser $u(t)$: 2 V/div ;
 voie utilisée pour visualiser $u_{R_0}(t)$: 1 V/div .
 a) Identifier parmi les oscillogrammes (1) et (2) celui représentant $u(t)$.
 b) Déterminer graphiquement la fréquence N_1 et l'amplitude I_m de l'intensité $i(t)$ du courant dans le circuit.
 c) Calculer l'impédance Z du circuit RLC série.
 d) Déterminer graphiquement le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$.
 En déduire que la bobine a une résistance interne r qu'on calculera.
3. Pour étudier le comportement de l'oscillateur à une autre fréquence N_2 du GBF, on visualise simultanément avec $u(t)$, la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

- a) Préciser le point du circuit auquel on doit relier la masse du GBF à cette fin.
- b) Reproduire de nouveau le schéma de la figure 4 tout en indiquant les nouveaux branchements effectués à l'oscilloscope.
- c) En fermant le circuit, on obtient les oscillogrammes de la figure 6 avec une sensibilité horizontale de 1 ms/div et une même sensibilité verticale de 2 V/div pour les deux voies Y_1 et Y_2 .
 Identifier l'oscillogramme représentant $u_C(t)$.
- d) Déterminer graphiquement la fréquence N_2 et le déphasage de $u_C(t)$ par rapport à $u(t)$.
- e) Montrer que l'oscillateur RLC série est en résonance d'intensité et calculer le facteur de surtension.
 Sa valeur présente-elle un danger ? Justifier.
- f) Calculer L et C .

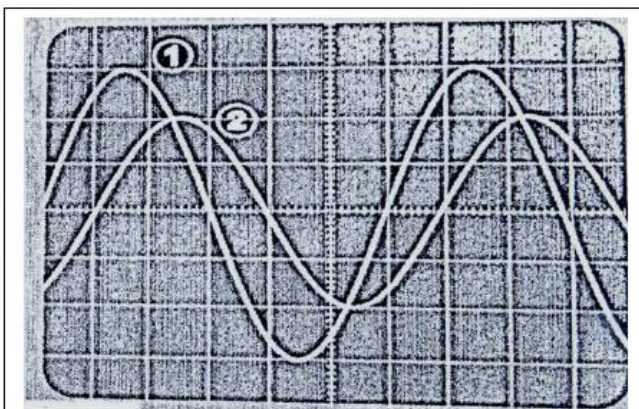


Figure 5

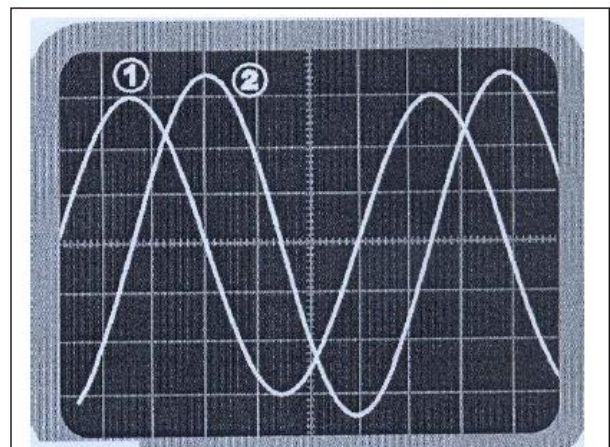


Figure 6

Exercice n°5:

On considère un circuit formé par une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, et d'un condensateur de capacité C initialement chargé ($q = Q_{\max}$).

- 1) a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur.
- b- Dédire la nature des oscillations du circuit.

- 2) Exprimer l'énergie électromagnétique E du circuit en fonction de u_c et i , déduire l'expression de u_c^2 en fonction de i .

3) On donne les courbes $E_e = f(t)$ (E_e : énergie électrostatique dans le condensateur) et $u_c^2 = f(i)$.

- a- Donner la relation entre la période T de E_e et la période T_0 de l'oscillateur puis déterminer à partir de la courbe de la figure 1 : la pulsation propre ω_0 et de la courbe de la figure 2 : U_{\max} et I_{\max}

b- déduire les valeurs de la capacité C du condensateur et l'inductance L de la bobine.

- 4) a- Donner les expressions de $u_c(t)$ et $i(t)$ et les représenter dans le même repère.

b- Déterminer la valeur de q lorsque i prend pour la 1^{er} fois la valeur $i = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$

5) On ajoute au circuit précédant en série un résistor de résistance R réglable. On varie R et on observe à l'oscilloscope les variations de $u_c(t)$, on constate que pour $R = R_0$ la courbe présente 3,25 oscillations puis u_c s'annule.

a- Représenter l'allure de $u_c(t)$. Nommer ce régime et donner sa définition.

b- Donner l'équation différentielle vérifiée par la charge q .

c- Montrer que l'énergie décroît au cours du temps.

d- Calculer la variation de l'énergie entre $t=0$ et $t_1=3T$ sachant qu'à $t=0$, $u_c = U_{\max}$ et pour $t_1=3T$, $U_{\max 1} = 0,5V$

e- Pour $R=R_1$, $u_c(t)$ passe de U_{\max} à 0 sans qu'elle change de signe, comparer R_0 et R_1 . Donner le nom de ce régime.

