COMPOSITION 2nd SEMESTRE — **MERCREDI LE 15 MAI 2019** — **DUREE : 04 HEURES**

Chimie : 6 points

Exercice n°1 :

Lorsqu'une personne absorbe du vin, l'éthanol arrivé dans l'estomac passe peu à peu dans le sang. A t=0, une personne avale presque instantanément, 0,50L de vin contenant 2M d'éthanol pur. On définit le degré alcoolique n d'une boisson par $n = \frac{100V'}{V}$, V est le volume de la boisson et V' le volume d'alcool pur isolé contenu dans V.

1. Calculer le degré alcoolique du vin précédent. La masse volumique de l'éthanol est $\rho = 0{,}80 gmL^{-1}$.
2. Les expériences menées sur le phénomène d'absorption ont donné les résultats suivants ; C désignant la concentration en éthanol du liquide contenu dans l'estomac.

Temps (min)	0	2	4	6	10	20
C ($mol.L^{-1}$)	2	1,42	1	0,72	0,36	0,05

2.1. Calculer la vitesse moyenne de disparition de l'éthanol dans l'estomac entre les dates 6 et 10min.

2.2. On suppose que dans l'intervalle considéré entre 6 et 10min, cette vitesse est sensiblement constante.
A quelle date, à partir de l'ingestion choisie comme origine des dates, la concentration de l'éthanol dans l'estomac est égale à 0,50 mol.L ?

3. 20 min après l'absorption de la boisson, la majeure partie de l'alcool est passée dans le sang. La concentration en alcool dans le sang est alors $C_0 = 0{,}025 mol.L^{-1}$. La législation fixe un seuil légal de $0{,}5 g.L^{-1}$ pour les automobilistes.

3.1. La personne est-elle autorisée à conduire ?

3.2. On considère que la vitesse de disparition de l'alcool dans le sang est constante et vaut $v = 7.10^{-5} mol.L^{-1}s^{-1}$. Au bout de combien de temps la personne sera-t-elle autorisée à reprendre le volant ? Quel sera le temps écoulé depuis qu'elle a avalé le vin ?

Exercice n°2 :

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $Ke = 10^{-14}$.
L'étiquette d'une bouteille contenant une solution aqueuse (S_A) d'un monoacide noté AH s'est décollée. Il peut s'agir d'une solution de chlorure d'hydrogène (acide fort), d'une solution d'acide méthanoïque HCOOH (acide faible) ou d'une solution d'acide benzoïque (acide faible).
On désire identifier l'acide AH et déterminer la concentration C_A de la solution (S_A). Pour cela on introduit dans un bécher un volume V_A = 20 mL de la solution (SA), on y verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration molaire C_B = 0,1 mol/L et on relève régulièrement le pH du mélange réactionnel. Le suivi pH-métrique permet de tracer la courbe pH= f(V_B).(voir page annexe)

1.
   a) Préciser en le justifiant, si à l'équivalence, le mélange réactionnel est acide, basique ou neutre.
   b) En déduire que (S_A) ne peut pas être une solution de chlorure d'hydrogène.
2.
   a) Définir l'équivalence acido – basique.
   b) Déterminer la concentration C_A de la solution (SA).
3.
   a) En exploitant la courbe, déterminer en le justifiant, le pKa du couple AH/A^-.
   b) En s'aidant du tableau ci-dessous, identifier l'acide AH.

Couple acide-base	$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	$HCOOH/HCOO^-$
K_a	$6{,}31.10^{-5}$	$1{,}78.10^{-4}$

c) Ecrire l'équation de la réaction de cet acide avec l'eau.

4. On prélève un volume V_A = 20 mL de la solution aqueuse (S_A) et un ajoute un volume Ve d'eau pure. La solution (S'_A) ainsi obtenue est dosée par la même solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.
Dire, en le justifiant, si chacune des affirmations ci-dessous est vraie ou fausse.
   - Affirmation 1 : le volume V_{BE} de la solution de base ajouté à l'équivalence reste inchangé.
   - Affirmation 2 : le pH à l'équivalence augmente.
   - Affirmation 3 : le pH à la demi-équivalence varie.
5. On désire préparer 100 mL une solution tampon de pH = 4,2 en mélangeant un volume V'_A de la solution aqueuse (S_A) avec un volume V'_B de la solution d'hydroxyde de sodium.
   a) Définir une solution tampon puis donner ses caractéristiques.
   b) Déterminer les valeurs de V'_A et V'_B.

Physique : 14 points

Exercice n°3 :

On considère un pendule simple constitué par un solide (S), supposé ponctuel, de masse m et un ressort (R), à spire non jointives, de masse supposée négligeable, de constante de raideur K = 25 $N.m^{-1}$.
L'une des extrémités du ressort(R) est maintenue fixe. A l'autre extrémité on accroche le solide (S). Celui-ci peut osciller horizontalement autour de sa position d'équilibre.
La position du centre d'inertie G de (S) est repérée, à chaque instant, dans le repère $(O,\vec{i})$ par son élongation x ; O étant la position de G à l'équilibre et $\vec{i}$ un vecteur unitaire porté par l'axe x'x comme l'indique la figure 1.

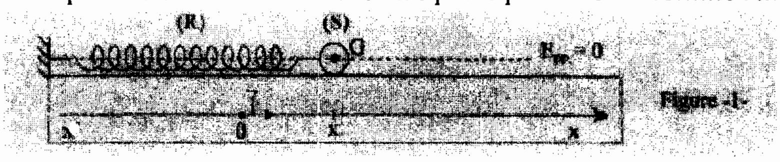
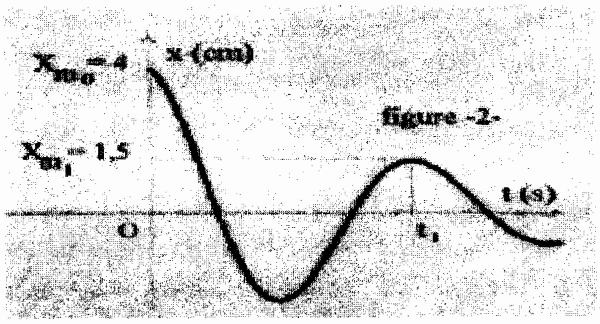


Figure -1-

On écarte (S) de sa position d'équilibre d'une distance d = Xmo dans le sens des élongations positives et on l'abandonne, sans vitesse initiale, à t= 0s.

1. Les oscillations sont supposées non amorties (frottements supposés négligeables). Des mesures expérimentales ont donné Xmo = 0,04m et T_0 = 0,2 s (la période propre).
   a) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G de (S).
   b) Déduire la nature du mouvement.
   c) La solution de l'équation différentielle est de la forme x = Xmsin(w_0t +φ_0). Déterminer w_0 et φ_0. En déduire la masse m de (S).
2. En réalité, le solide (S) est soumis à des forces de frottement visqueux équivalentes à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$; où h est constante positive et $\vec{v}$ le vecteur vitesse instantanée de G.
   L'enregistrement de l'évolution au cours du temps, de l'élongation x du centre d'inertie G donne la courbe de la figure 2.
   a) Préciser le nom du régime d'oscillation dans ce cas.
   b) Donner l'expression de l'énergie mécanique du système {solide ; ressort ; terre} en fonction de K, x, m et v.
   c) Calculer les valeurs de E_0 et E_1 de l'énergie mécanique du système respectivement aux instants t_0= 0s et t = t1. Déduire que le système est non consvatif.

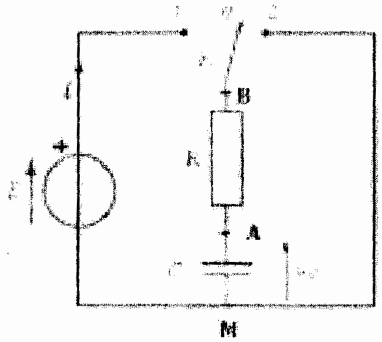


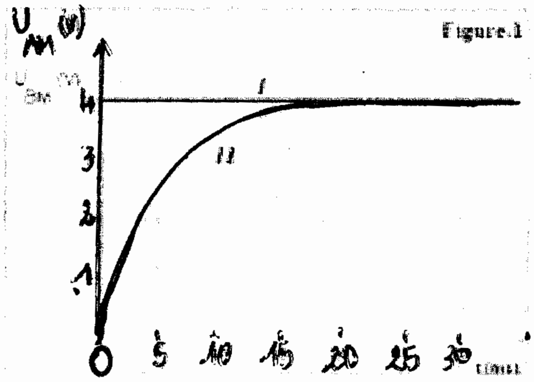
Exercice n°4 :

On considère le circuit schématisé ci – dessous, où E est une tension continue réglable, C une capacité réglable (condensateur initialement déchargé) et R une résistance réglable.

1. **Condensateur en position 1.**

L'interrupteur étant fermé à la date t = 0, on enregistre l'évolution des tensions UAM et UBM à l'aide d'un système d'acquisition. Lorsque R =50 KΩ et E = 4,0 V. On obtient les courbes de la figure 1





a) Identifier chacune des courbes en justifiant, et expliquer ce qui se passe au niveau du condensateur.

b) Déterminer par une méthode que l'on précisera la valeur de la constante de temps τ du dipôle. En déduire la valeur de C.

c) Evaluer à partir de graphe la durée nécessaire pour charger complètement le condensateur. Comparer cette valeur à τ.

d) Déterminer à la date t = 25 ms la valeur de :
- L'intensité i du courant dans le circuit ;
- La charge qA de l'armature A du condensateur ;
- L'énergie emmagasinée par le condensateur.

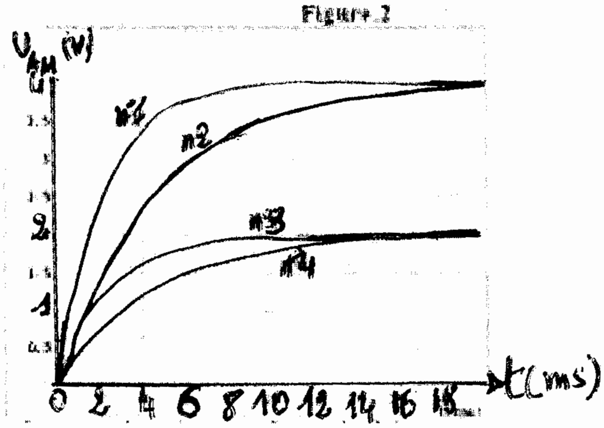
2. On renouvelle cette opération successivement avec différentes valeurs de E, C et R, après avoir rapidement déchargé le condensateur avant chaque expérience :

a) Comment peut – on réaliser très simplement cette décharge rapide ?

b) Les courbes obtenues sont superposées (voir figure 2). Associer les choix des valeurs a, b, c et d (voir tableau) aux courbes n°1, 2, 3 et 4 en justifiant le choix.

Cas	a	b	c	d
R (kΩ)	10	20	10	10
C (µF)	0,22	0,22	0,22	0,47
E (V)	4,0	2,0	2,0	4,0

Figure 2



3. **Interrupteur en position 2 :**

Le condensateur étant préalablement chargé dans les conditions de la question 1, on bascule l'interrupteur en position 2 et on enregistre à nouveau UAM.

a) Exprimer l'intensité en fonction de la tension UAM.

b) Montrer que différentielle à la tension UAM s'écrit : $\frac{dU_{AM}}{dt} + \frac{1}{RC}U_{AM} = 0$.

c) Montrer à l'aide de cette équation différentielle que RC est homogène à une durée.

d) Vérifier que $U_{AM} = Ae^{-Bt}$ est solution de cette équation différentielle et déterminer les expressions des grandeurs A et B.

e) Trouver au cours de la décharge, l'expression Ec de l'énergie du condensateur en fonction du temps. En appelant Eco l'énergie du condensateur à t = 0, calculer le rapport $\frac{E_c}{E_{co}}$ à la date t = τ.

Exercice n°5 :

La destruction sélective des cellules cancéreuses (la radiothérapie) utilise le rayonnement γ très énergétique émis par désintégration radioactive de l'isotope ${}^{60}_{27}Co$ du cobalt.

5.1 le cobalt 60 utilisé dans la bombe au cobalt est obtenu par bombardement du cobalt 59 par des neutrons. Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire.

5.2 Le cobalt obtenu est radioactif $\beta^-({}^{0}_{-1}e)$, écrire l'équation de cette réaction nucléaire et identifier le noyau fils ${}^{A}_{Z}X$ (radioactif γ de période $15{,}8.10^7$ s)

On donne les périodes de quelques éléments radioactifs γ :

${}^{192}_{77}Ir$: 74 jours ; ${}^{60}_{28}Ni$: 5 ans et ${}^{212}_{81}Ti$: 73 heures

5.3 Le noyau fils obtenu précédemment est pratiquement au repos mais il se trouve dans un état excité X^*, il se désexcite en deux étapes, en émettant successivement des fréquences f_1 et f_2 d'énergie respective 1,17 MeV et 1,33 MeV (diagramme de la figure 6 page annexe).

Recopier puis compléter le diagramme par les valeurs numériques des fréquences f_1 et f_2 la nature du noyau ${}^{A}_{Z}X$ (symbole et valeurs de A et Z).

Ces deux rayons (γ_1 et γ_2) sont utilisés en radiothérapie.

5.4 Calculer l'énergie cédée au milieu extérieur par la réaction de désintégration β^-du cobalt.

Masse du noyau de cobalt m $({}^{60}_{27}Co)$=59,91901 u ; la masse d'un noyau X dans son état fondamental est m$({}^{A}_{Z}X)$=59,9155439 u.

5.5 Pour une thérapie, l'équivalent de dose absorbée est de l'ordre de H = 100 Sv (1Sv(sievert) : 1Sv = 1j/kg de matière absorbante).

a) Quelle serait en joule, l'énergie reçue par un malade qui aurait une tumeur de 3 g ?

b) On considère un radiocobalt qui émet un rayonnement γ d'énergie 1,33 MeV ; à quel nombre d'excitations de cet élément correspond le traitement ?

c) On admet que cette thérapie est administrée en 30 séances de 2 minutes chacune. Quelle est l'activité de la source effectivement utilisée ?

5.6 Un centre hospitalier dispose d'un échantillon de «cobalt 60 » de masse m_0 = 1 µg

5.6.1. Déterminer le nombre de noyau No contenus dans l'échantillon à la date t = 0.
5.6.2. Soit N(t) le nombre de noyaux présents dans l'échantillon à la date t. Etablir la relation $N(t) = N_0\, e^{-\lambda t}$.
5.6.3. Le technicien du laboratoire est chargé de contrôler cette source, tous les ans, en déterminant son activité.
5.6.3.1. Définir l'activité A (t) d'une substance radioactive puis l'exprimer en fonction de Ao (activité à t = 0), λ et t.
5.6.3.2. Le technicien obtient les résultats suivants :

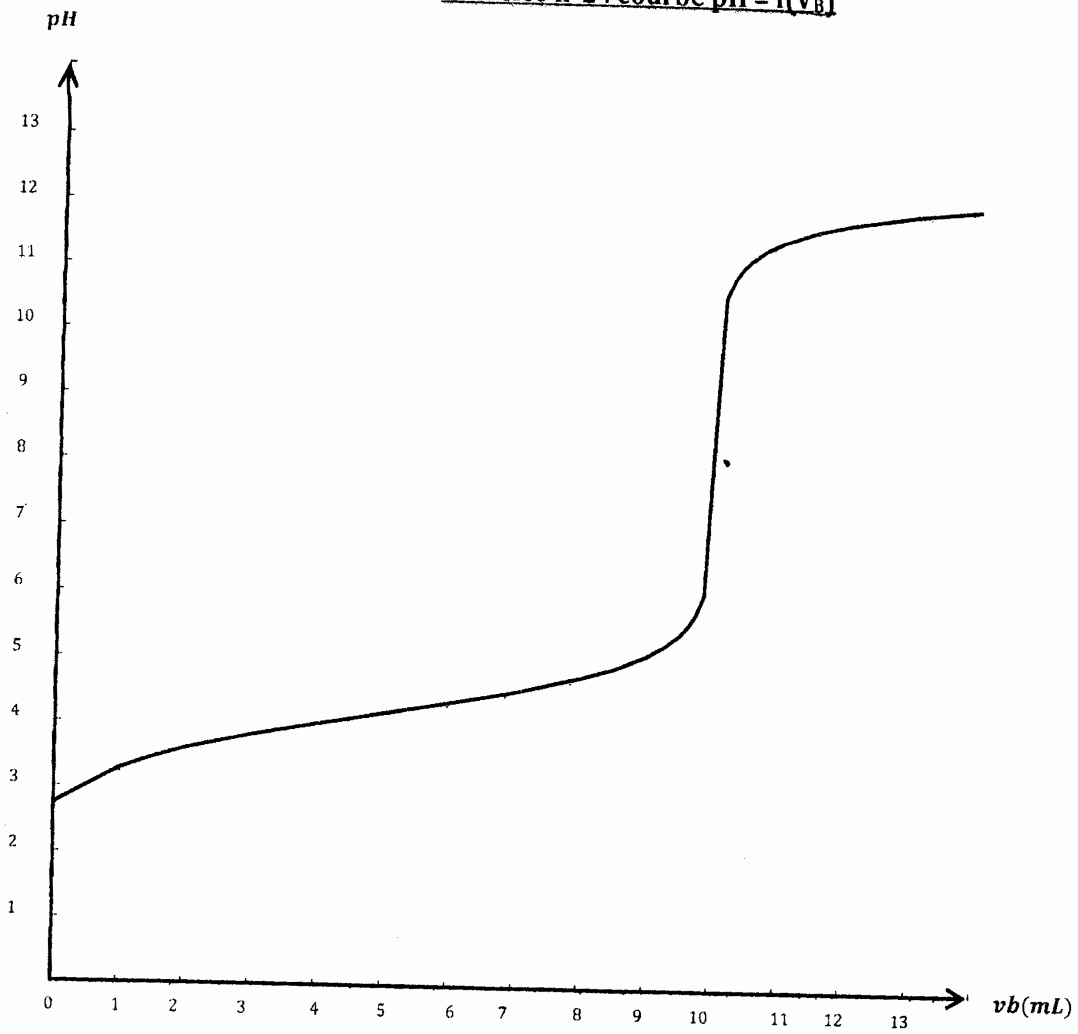
t (ans)	0	1	2	3	4	5	7
A (10^7 Bq)	3,980	3,515	3,102	2,670	2,368	2,038	1,540
ln A							

a) Recopier puis compléter le tableau et tracer le graphe ln A = f (t).
b) En déduire la constante radioactive λ du « cobalt 60 ».

On donne : Constante d'Avogadro $N_A = 6{,}02.10^{23}$ mol^{-1} ; M$({}^{60}_{20}\mathbf{Co})$ = 60 g.mol^{-1} ; 1u = 931,5 MeV/C^2
Célérité de la lumière C = $3{,}00.10^8$ m.s^{-1} ; Constante de Planck : h = $6{,}62.10^{-34}$ J.s

Fin du sujet

Exercice n°2 : courbe pH = f(V_B)



Exercice n°5 : diagramme

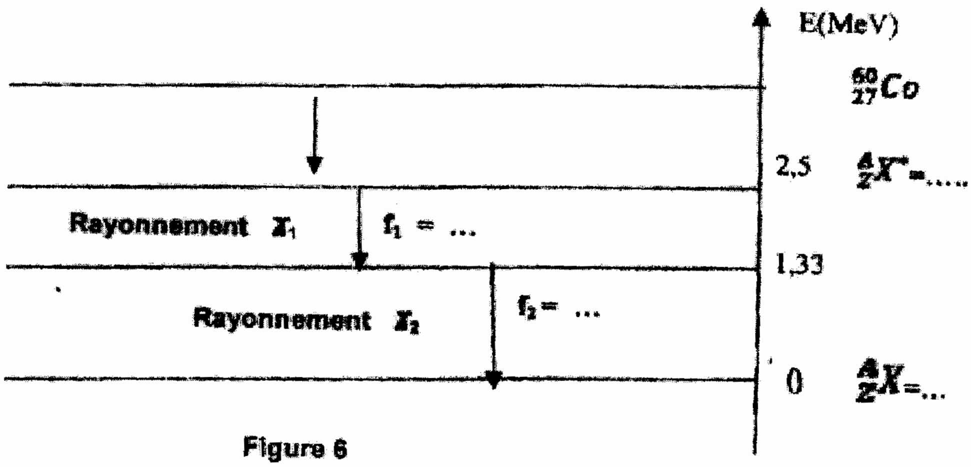


Figure 6