

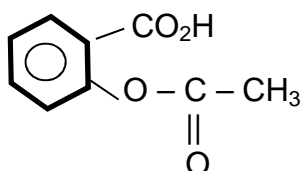


## **SCIENCES PHYSIQUES**

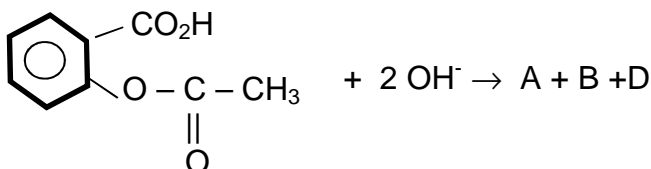
**Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**

### **EXERCICE 1 (03 points)**

Un chimiste allemand, Félix Hoffman, réussit en 1897 la première synthèse de l'acide acétylsalicylique ou aspirine, de formule :



- 1.1.** Reproduire la formule, encadrer et nommer les deux groupes fonctionnels de l'aspirine. **(0,25 point)**
- 1.2.** L'acide acétylsalicylique est un acide faible, que l'on notera AH pour cette question, dont le  $pK_A$  du couple correspondant vaut :  $pK_A = 3,48$ .
- 1.2.1.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction acido-basique entre l'aspirine et l'eau. **(0,25 point)**
- 1.2.2.** Le pH dans l'estomac est voisin de 1 et dans l'intestin de 8. Quelle est la forme prédominante du couple correspondant à l'aspirine dans ces deux organes ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**
- 1.3.** On se propose de vérifier la masse d'aspirine contenue dans un comprimé d'« aspirine 500 ». (500 mg d'aspirine par comprimé d'après le fabricant)
- 1.3.1.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction (notée 1) entre un acide faible  $RCO_2H$  et une solution aqueuse de soude. Calculer la constante de réaction  $K_R$  de cette réaction si  $pK_A = 3,48$  pour le couple  $RCO_2H/RCO_2^-$ . On donne  $pK_e = 14$ . Conclure. **(0,25 point)**
- 1.3.2.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction (notée 2) ayant lieu à chaud entre un ester  $RCO_2R'$  et une solution aqueuse de soude. Comment nomme-t-on cette réaction ? La réaction est-elle totale ? **(0,25 point)**
- 1.3.3.** Un comprimé « d'aspirine 500 » est placé dans un erlenmeyer. On ajoute 10 mL d'une solution molaire d'hydroxyde de sodium (en excès) et environ 20 mL d'eau. La solution  $S_1$  ainsi obtenue est chauffée au voisinage de l'ébullition pendant 10 minutes. Après refroidissement, la solution limpide obtenue est versée dans une fiole jaugée de 250 mL, puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de Jauge. Soit  $S_2$  la solution obtenue. On prélève 10 mL de la solution  $S_2$  et on dose l'hydroxyde de sodium restant avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . L'équivalence acido-basique est obtenue pour  $V_A = 3,6 \text{ mL}$  de solution d'acide versée.
- 1.3.3.1.** En admettant que lors du chauffage de  $S_1$  seules les réactions (1) et (2) se sont produites, l'équation-bilan de la réaction globale (notée 3) entre l'aspirine et la solution de soude s'écrit :



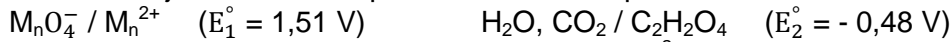
- Donner les formules semi-développées des produits A, B et D. **(0,5 point)**
- 1.3.3.2** On admettra que lors du dosage, l'acide chlorhydrique réagit uniquement avec l'excès d'hydroxyde de sodium présent dans le volume prélevé de  $S_2$ . Déterminer la quantité de matière d'aspirine ayant réagi selon la réaction (3) et en déduire la masse d'aspirine contenue dans un comprimé dosé. **(0,75 point)**
- 1.3.3.3** Le résultat trouvé répond-il à la norme de fabrication sachant que le laboratoire pharmaceutique qui fabrique l'aspirine s'impose un écart maximum de 1 % sur la masse du principe actif contenue dans un comprimé ? **(0,25 point)**

**On donne** : masse molaire de l'aspirine :  $180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

**EXERCICE 2 (03 points)**

On étudie la cinétique de la réaction entre les ions permanganate  $MnO_4^-$  et l'acide éthanedioïque  $C_2H_2O_4$  ou acide oxalique.

La réaction met en jeu les deux couples rédox dont les potentiels normaux sont donnés ci-après.



On rappelle que  $MnO_4^-$  en solution aqueuse est violet,  $Mn^{2+}$  et  $C_2H_2O_4$  incolores.

**2.1.** Ecrire les demi-équations électroniques et retrouver l'équation-bilan suivante :  
2  $MnO_4^- + 5 C_2H_2O_4 + 6 H_3O^+ \rightarrow 2 Mn^{2+} + 10 CO_2 + 14 H_2O$ . **(0,5 point)**

**2.2.** A la date  $t = 0$  on mélange 20,0 mL d'une solution aqueuse de permanganate de potassium à 0,20 mol L<sup>-1</sup> acidifiée avec de l'acide sulfurique et 20,0 mL d'une solution aqueuse d'acide oxalique à 0,5 mol.L<sup>-1</sup>. Par une méthode appropriée on a pu déterminer la concentration molaire des ions  $MnO_4^-$  au cours de la réaction. On obtient le tableau de valeurs qui suit.

t (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$[MnO_4^-] 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$		9,64	9,28	6,02	3,01	1,20	0,48	0,30	0,18

**2.2.1** Comment évolue la couleur de la solution au cours de la réaction ? **(0,25 point)**

**2.2.2** Déterminer la concentration molaire des ions  $MnO_4^-$  à la date  $t = 0$  **(0,25 point)**

**2.2.3** Tracer le graphe  $[MnO_4^-] = f(t)$   
Echelle 2 cm  $\leftrightarrow$  1 min et 1 cm  $\leftrightarrow$  10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup> **(0,5 point)**

**2.2.4** Définir la vitesse instantanée de disparition de l'ion  $MnO_4^-$ , puis la déterminer à :  
 $t_1 = 1s, \quad t_2 = 2,5 s, \quad t_3 = 5 s, \quad t_4 = 7 s$ . **(0,75 point)**

Comment évolue cette vitesse au cours de la réaction ? **(0,25 point)**

Pourquoi la vitesse évolue-t-elle ainsi ? Comment nomme-t-on ce type de réaction ? **(0,5 point)**

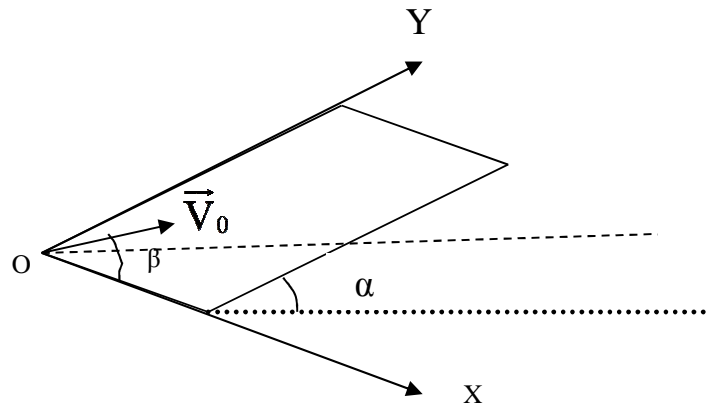
**EXERCICE 3 (04 points)**

Une table à coussin d'air est inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport au plan horizontal.

Depuis un coin inférieur de la table, on lance en translation vers le haut un palet de masse m, avec une vitesse  $\vec{V}_0$  parallèle au plan de la table.

Le vecteur vitesse  $\vec{V}_0$  fait un angle  $\beta$  avec l'axe horizontal OX situé dans le plan de la table, et donc un angle  $(\frac{\pi}{2} - \beta)$  avec l'axe OY. Le point O est la position initiale du centre d'inertie G du palet.

Le palet se déplace sans frottement sur la table. On étudie le mouvement du point G dans le repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ , l'axe OY qui porte le vecteur unitaire  $\vec{j}$  est donc parallèle à la ligne de plus grande pente du plan incliné.



**3.1** Etablir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement du centre d'inertie G du palet. **(01 point)**

**3.2** Ecrire l'équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie du palet. **(01 point)**

**3.3** Montrer que la coordonnée y reprend la même valeur pour deux valeurs différentes de t. et préciser à quelle condition. **(01 point)**

**3.4** On considère deux couples de points (A,B) et (C,D) de la même trajectoire du centre d'inertie ; les points A et B ont la même ordonnée  $y_1$  ; les points C et D ont la même ordonnée  $y_2$ .

On pose  $h = y_2 - y_1$  (avec  $y_2 > y_1$ ). Soit  $T_1$  l'intervalle de temps séparant les dates de passage par A et B et  $T_2$  l'intervalle de temps séparant les dates de passage par C et D. Etablir la relation existant entre  $\alpha, h, T_1, T_2$  et g (intensité de pesanteur).. Calculer l'angle  $\alpha$ . **(01 point)**

Application numérique :  $h = 13 \text{ cm} ; T_1 = 0,80 \text{ s} ; T_2 = 0,2 \text{ s} ; g = 10 \text{ SI}$ .

**EXERCICE 4 (06,5 points)**

On souhaite déterminer au laboratoire les caractéristiques d'une bobine et la puissance moyenne qu'elle consomme par deux méthodes.

Matériel disponible :

- Un ampèremètre ;
- Un oscilloscope bi-courbe ;
- Un voltmètre ;
- Un résistor de résistance  $R = 45 \Omega$  ;
- Une source de tension délivrant une tension de la forme  $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ .

**4.1** On réalise le montage de la figure (1) et on obtient l'oscillogramme de la figure (2) représentant les tensions  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$ . La sensibilité choisie pour visualiser  $u_1(t)$  est 5 V / division, celle choisie pour visualiser  $u_2(t)$  est 2 V / division. La base de temps est 2 ms / division.

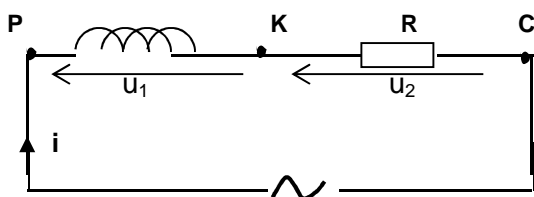


Figure 1

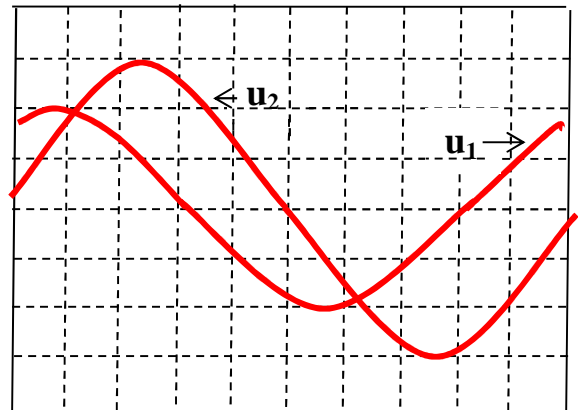


Figure 2

**4.1.1** Recopier puis compléter la figure (1) en indiquant les branchements avec l'oscilloscope. **(0,25 point)**

**4.1.2** Déterminer :

- a) la fréquence  $N$  du courant ;
- b) l'intensité efficace  $I$  du courant ;
- c) l'impédance  $Z$  de la bobine.

**(01,5 point)**

**4.1.3** En choisissant une origine des dates telle que  $i = I_m \cos(\omega t)$ , quelle est la phase de la tension  $u_1$  par rapport à l'intensité ? **(0,5 point)**

**4.1.4** Calculer le facteur de puissance de la bobine, sa résistance  $r$ , son inductance  $L$  et la puissance moyenne  $P$  qu'elle consomme. **(02 points)**

**4.2** On effectue maintenant des mesures de tensions à l'aide du voltmètre, la fréquence du courant étant de 50Hz. On obtient les tensions efficaces :  $U_1 = U_{PK} = 7,5 \text{ V}$  ;  $U_2 = U_{KC} = 4,5 \text{ V}$  ;  $U = U_{PC} = 10,3 \text{ V}$ .

**4.2.1** Réaliser soigneusement sur papier millimétré la construction de Fresnel à partir des tensions efficaces. Echelle : 1 cm pour 1 volt. **(01 point)**

**4.2.2** Déterminer graphiquement le facteur de puissance de la bobine, sa résistance  $r$ , son inductance  $L$  et la puissance moyenne  $P$  qu'elle consomme.

Les résultats obtenus au 4.1.4 et au 4.2.2 sont-ils compatibles ?

**(01,25 point)**

**EXERCICE 5 (03,5 points)**

L'uranium naturel est constitué de deux isotopes  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et  ${}^{235}_{92}\text{U}$  dans des proportions différentes.

L'isotope  ${}^{238}_{92}\text{U}$  est radioactif de type  $\alpha$  et le noyau fils est l'isotope du thorium  ${}^A_Z\text{Th}$ .

**5.1.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction nucléaire traduisant la transformation de l'isotope  ${}^{238}_{92}\text{U}$  en thorium  ${}^A_Z\text{Th}$ . Calculer  $A$  et  $Z$  en précisant les lois utilisées. **(0,5 point)**

**5.2.** On suppose que l'atome dont le noyau est  ${}^{238}_{92}\text{U}$  est isolé et au repos. Les particules ne sont pas relativistes.

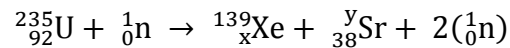
**5.2.1.** En utilisant la loi de conservation de la quantité de mouvement, exprimer la vitesse de recul  $V_2$ , du noyau fils, en fonction de la masse  $m_2$  du thorium ( ${}^A_Z\text{Th}$ ), de la masse  $m_1$  de la particule  $\alpha$  et de sa vitesse d'éjection  $V_1$  **(0,5 point)**

**5.2.2.** Calculer la vitesse  $V_2$ . (On donne  $V_1 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $m_1 = 4 \text{ u}$ ;  $m_2 = A \text{ u}$  avec  $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ). **(0,25 point)**

**5.2.3.** Exprimer l'énergie cinétique totale  $E_C$  emportée par la particule  $\alpha$  et le noyau fils, en fonction de l'énergie cinétique  $E_{C1}$  de la particule  $\alpha$ . **(0,5 point)**

Calculer  $E_C$  en joule et en MeV. On donne  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ . **(0,5 point)**

**5.3.** L'uranium de noyau  ${}_{92}^{235}\text{U}$  est fissile. Bombardé par un neutron ( ${}_0^1\text{n}$ ), un noyau d'uranium 235 peut conduire à la réaction suivante :



**5.3.1.** Déterminer les valeurs des nombres  $x$  et  $y$ . **(0,25 point)**

**5.3.2.** L'énergie libérée par la fission d'un noyau  ${}_{92}^{235}\text{U}$  est 200 MeV. Déterminer la variation de masse  $\Delta m$  que subit le système, en kg et en u (unité de masse atomique).

$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   $c = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  **(0,5 point)**

**5.3.3.** Une centrale nucléaire utilisant la fission de l'uranium 235, fournit une puissance électrique  $P = 2,4 \text{ MW}$ . Sachant que l'énergie libérée lors de la fission de l'uranium 235 est transformée en énergie électrique, calculer la masse d'uranium 235 consommée par jour sachant que le rendement de la transformation est de 30 %. (On donne  $1 \text{ j} = 24 \text{ h}$ ). **(0,5 point)**