

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

- Les calculatrices scientifiques non programmables sont autorisées
 - Les téléphones portables sont strictement interdits
- Cette épreuve comporte quatre (4) pages

CHIMIE (08 points)

Exercice 1 (4 points)

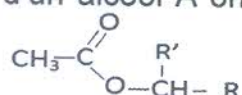
Toutes les solutions sont maintenues à 25°C et $k_e = 10^{-14}$. On donne les masses atomiques molaires en g/mol : $M(N) = 14$; $M(C) = 12$; $M(Cl) = 35,5$; $M(O) = 16$ et $M(H) = 1$. On dispose de deux solutions aqueuses :

- S_1 est une solution d'ammoniac de concentration molaire inconnue C_1 , de volume $V_1 = 200\text{ mL}$ et de $pH = 10,6$. Le pK_a du couple NH_4^+/NH_3 est 9,2.
 - S_2 est une solution d'hypochlorite de sodium ($NaClO$) de concentration molaire $C_2 = 10^{-2}\text{ mol/L}$, de volume $V_2 = 200\text{ mL}$ et de $pH = 9,75$.
- 1) a) Montrer que l'ion hypochlorite est une base faible. **(0,25 point)**
b) Ecrire l'équation bilan de la réaction des ions hypochlorite (ClO^-) avec l'eau. **(0,25 point)**
c) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans S_2 puis en déduire le pK_a du couple acide/base associé. **(1,25 points)**
 - 2) Des deux bases, laquelle est la plus faible ? Justifier votre réponse. **(0,25 point)**
 - 3) On considère que l'ammoniac est faiblement ionisé.
a) Etablir une relation entre le pH , la concentration C_1 et le pK_a . **(0,75 point)**
b) Calculer la concentration C_1 de S_1 puis en déduire le volume V d'ammoniac gazeux dissout dans V_1 dans les conditions où le volume molaire vaut $22,4\text{ L/mol}$. **(0,5 point)**
 - 4) On dose successivement S_1 et S_2 par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 0,1\text{ mol/L}$. On verse un même volume d'acide chlorhydrique dans S_1 et S_2 tel que le mélange obtenu avec S_1 a pour $pH = 9,2$.
a) Ecrire les équations des réactions qui ont lieu au cours du dosage de ces deux bases. **(0,25 point)**
b) Calculer le volume de l'acide chlorhydrique versé dans chaque cas. **(0,25 point + 0,25 point)**

Exercice 2 (4 points)

Dans l'industrie, les alcools difficiles à conserver sont transformés en esters. En procédant plus tard à l'hydrolyse de ces esters, on peut ainsi récupérer en temps voulu ces alcools.

Pour la préservation d'un alcool A on le fait réagir avec l'acide éthanoïque pour obtenir un ester E du type :



- 1) a) Ecrire l'équation bilan de l'hydrolyse de l'ester E . **(0,5 point)**
 b) Les groupements alkyles R et R' étant différents, comment qualifie-t-on le carbone lié à ces deux radicaux ? **(0,5 point)**
- 2) L'alcool A a été initialement obtenu par l'hydratation d'un alcène B de formule C_nH_{2n} .
 a) Ecrire l'équation bilan de cette hydratation (On utilisera les formules brutes). **(0,5 point)**
 b) L'hydratation de 5,6 g de l'alcène B conduit à 7,4 g d'alcool A . En déduire la formule brute de l'alcool A . **(0,5 point)**
- 3) Donner les formules semi-développées et les noms des composés A et E . **(1 point)**
- 4) 500 mL d'un mélange de 1 mole d'ester E et d'eau est chauffée jusqu'à la limite de l'hydrolyse. On prélève alors 20 mL de solution qu'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium à 10^{-1} mol/L . L'équivalence est obtenue pour 16 mL de solution basique ajoutée.
 a) Calculer la masse d'alcool A obtenue lorsque la limite de l'hydrolyse est atteinte. **(0,5 point)**
 b) Calculer le rendement de cette hydrolyse. **(0,5 point)**

Données : Masses atomiques molaires en g/mol : $C = 12$; $O = 16$; $H = 1$.

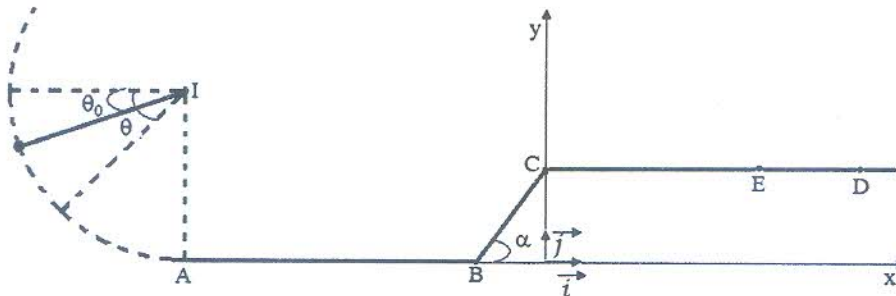
PHYSIQUE (12 points)

Exercice 1 (4 points)

On prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

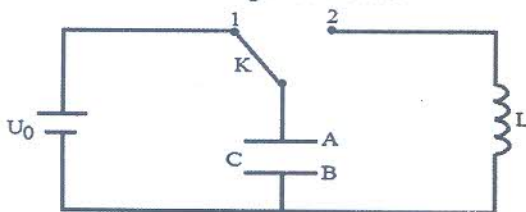
- 1) Un pendule simple est formé d'un solide ponctuel de masse $m = 500 \text{ g}$ et d'un fil inextensible de masse négligeable et de longueur $L = 1 \text{ m}$.
 On écarte le solide de sa position d'équilibre de telle sorte que le fil fasse un angle θ_0 avec l'horizontal comme l'indique le schéma. On lance le solide vers le bas avec une vitesse \vec{v}_0 perpendiculaire au fil qui reste tendu. $v_0 = 8,5 \text{ m/s}$.
 a) Exprimer la norme de la vitesse v du solide lorsque le fil fait un angle θ avec l'horizontal en fonction de θ_0 , θ , g , et L . **(0,5 point)**
 b) En déduire la valeur de l'angle θ_0 pour que le solide passe par sa position d'équilibre avec une vitesse $v_A = 9,2 \text{ m/s}$. **(0,5 point)**
- 2) Au passage par sa position d'équilibre le solide frappe de plein fouet un autre solide S' de même masse et initialement au repos en A . Ce dernier part du point A avec la vitesse v_A puis parcourt le circuit ABC situé dans le plan vertical.
 - AB est rectiligne et horizontal, les frottements sont négligés sur cette partie.
 - BC est rectiligne et incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontal.
 Les frottements sur cette partie sont équivalents à une force unique \vec{f} opposée, à la vitesse. La réaction \vec{R} est alors inclinée d'un angle β par rapport à la normale au plan incliné. $BC = 6 \text{ m}$.
 a) Exprimer l'accélération a du solide sur BC en fonction de β ; m ; g ; α et R ; R étant l'intensité de la réaction. **(0,75 point)**
 b) Exprimer $\tan \beta$ en fonction de a , g et α . **(0,5 point)**
 c) Déterminer a sachant que le solide arrive en C avec la vitesse $V_c = 2 \text{ m/s}$. En déduire β . **(0,5 point)**

- 3) Le solide quitte la piste au point C et retombe sur la partie CD horizontale (**voir figure**)
- Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide au-delà de C dans le repère $(O ; \vec{i} ; \vec{j})$. **(0,75 point)**
 - Calculer la distance CE , E est le point d'impact du solide sur CD . **(0,5 point)**



Exercice 2 (4 points)

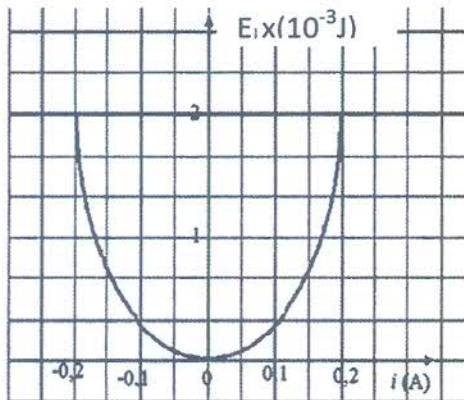
On considère le montage suivant :



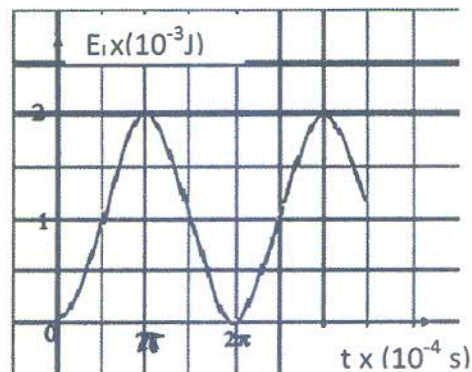
- L'interrupteur K est placé sur la position 1 pendant un temps suffisamment long pour permettre la charge totale du condensateur.
 - Exprimer la charge Q_A portée par l'armature A en fonction de U_0 et C . **(0,25 point)**
 - Exprimer l'énergie électrostatique E_0 emmagasinée par le condensateur en fonction de Q_A et C . **(0,25 point)**
- A la date $t = 0$, K est placé sur la position 2. La charge portée par l'armature A à un instant t donné est q_A .
 - Exprimer l'énergie totale E du circuit en fonction de L , C , q_A et i (avec i l'intensité du courant dans la bobine). **(0,25 point)**
 - Montrer que l'énergie totale se conserve et a pour expression $E = \frac{Q_A^2}{2C}$. **(0,5 point)**
 - Etablir l'équation différentielle donnant la variation de la charge du condensateur en fonction du temps. **(0,25 point)**
 - On donne $q(t) = Q_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi)$, une solution de l'équation différentielle. Déterminer φ et exprimer $q(t)$ en fonction de Q_A , L , C et t . **(0,5 point)**
 - Montrer que l'expression de l'énergie magnétique E_L est donnée par $E_L = \frac{E_0}{2} \left[1 + \cos\left(\frac{4\pi}{T_0} t + \pi\right) \right]$. **(0,5 point)**

On donne : $\cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2}$

- 3) Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (a) et (b) traduisant les variations de l'énergie magnétique E_L respectivement en fonction de i et en fonction du temps t .
En exploitant ces deux courbes, déterminer les valeurs de L , E_0 et T_0 . **(0,75 point)**
- 4) Déterminer les valeurs de C , Q_A et U_0 . **(0,75 point)**



Courbe (a)



courbe (b)

Exercice 3 (4 points)

- 1) Qu'appelle-t-on radioactivité naturelle d'un élément ? **(0,5 point)**
- 2) La désintégration radioactive du polonium 210 peut s'écrire sous la forme :

$${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_a^b\text{X} + {}_{82}^{206}\text{Pb}$$
 Déterminer a , b et X . De quel type de radioactivité s'agit-il ? **(1 point)**
- 3) Calculer en MeV , l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau de polonium 210. **(0,5 point)**
- 4) En supposant qu'il n'y a pas d'émission de photons γ ; montrer que l'expression de l'énergie cinétique ainsi que la vitesse de la particule ${}_2^4\text{He}$ s'écrit :

$$E_{ca} = \frac{\Delta m \times c^2}{\frac{m_{He}}{m_{Pb}} + 1}$$
 et calculer en MeV l'énergie cinétique ainsi que la vitesse de la particule ${}_2^4\text{He}$ émise (on rappelle qu'il y a conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie totale des particules). **(0,75 point + 0,25 point + 0,5 point)**
- 5) Sachant que la demi-vie (ou période) du polonium 210 est de 138 jours, calculer le temps au bout duquel le quart d'une masse initiale m_0 de polonium 210 sera désintégrée. **(0,5 point)**

Données :

- $1 u = 1,66054 \cdot 10^{-27} kg$
- $1 MeV = 1,6 \cdot 10^{-13} j$
- Masse du noyau de P_0 : $m(P_0) = 209,936u$; $m_{(He)} = 4,0015 u$
- Masse du noyau P_b $m(pb) = 205,9296 u$; $c = 3 \cdot 10^8 m/s$
- $\ln(0,75) = -0,29$

Fin