COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES
1ER SEMESTRE : DUREE : 4H00MIN

CHIMIE

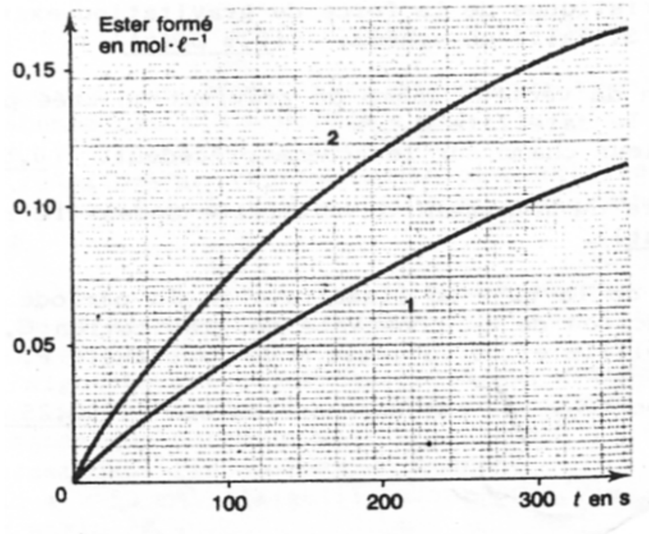
EXERCICE 1 : (03 points)

1.1. A l'aide des formules générales écrire l'équation-bilan de la réaction entre un acide carboxylique et un alcool. (0,50pt)

1.2. Préciser les caracteristiques de cette réaction. (0,25 pt)

1.3. Pour réaliser l'étude cinétique de ce type de réaction on part d'éthanol et d'acide méthanoïque de même concentration : 0,60 $mol.L^{-1}$. On en mélange des volumes égaux et l'on fait deux parts égales A et B :

- à A on ajoute 0,50 mL d'acide sulfurique à 0,1 $mol.L^{-1}$
- à B on ajoute 0,50 mL d'acide sulfurique à 0,2 $mol.L^{-1}$



A différentes dates (t) on détermine la concentration de l'ester formé. Les courbes (1) et (2) représentent, en fonction du temps, les variations de la concentration de l'ester formé respectivement pour A et B.

1.3.1. Pour chaque cas envisagé, déterminer la vitesse instantanée de formation de l'ester à la date t = 200 s. On expliquera simplement la méthode utilisée. (0,75 pt)

1.3.2. Comparer ces valeurs et indiquer le rôle joué par l'acide sulfurique. (0,50 pt)

1.3.3. Déterminer les concentrations, en $mol.L^{-1}$ de l'acide méthanoïque, de l'alcool et de l'ester à la date t = 300 s pour chaque cas. (0,75 pt)

1.3.4 . Les deux essais tendent-ils vers la même limite ? Justifier la réponse. (0,25 pt)

NB :Le volume de l'acide sulfurique ajouté est négligeable par rapport à celui des échantillons A et B.

EXERCICE 2 : (03 points)

2.1. On considère le couple acide/base noté AH/A^- de pKa connu. Montrer que le pH d'une solution de AH de concentration Ca peut s'écrire sous la forme : $pH = \frac{1}{2}(pKa - \log Ca)$. (0,75 pt)

2.2. Soit une base faible B en solution aqueuse, de concentration Cb ; on suppose que le pKa du couple BH^+/B est connu. Montrer que le pH de cette solution de base faible peut s'écrire sous la forme : $pH = 7 + \frac{1}{2}(pKa + \log Cb)$ (01 pt)

2.3. Cinq béchers contiennent un volume V de solutions différentes mais de concentration égale à $C = 10^{-2}$ mol/L. Pour identifier chaque solution, on mesure le pH en numérotant le bécher correspondant.

N °bécher	1	2	3	4	5
pH	5,6	7	10,6	11,3	12

Les solutions sont préparées à partir des produit suivants : chlorure de sodium ($NaCl$) ; chlorure d'ammonium (NH_4Cl) ; méthanamine (CH_3NH_2) ; hydroxyde de sodium ($NaOH$) ; ammoniac (NH_3).
On donne: Ka_1 (NH_4^+ / NH_3) = $6{,}3.10^{-10}$ et Ka_2 ($CH_3NH_3^+$ / CH_3NH_2) = $2{,}6.10^{-11}$
En justifiant votre réponse, identifier les solutions dans les béchers ? (01,25 pt)

PHYSIQUE

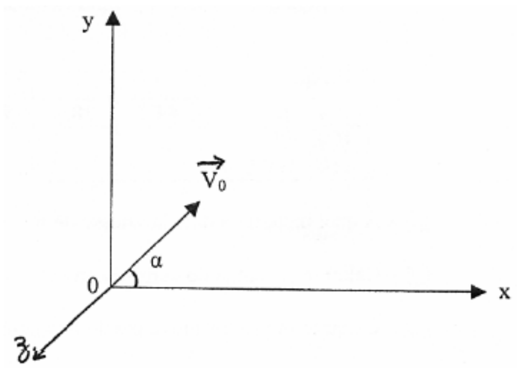
EXERCICE 3 : (05,50 points)

Les parties I et II sont indépendantes

N.B: - L'accélération de la pesanteur g=10 $m.s^{-2}$

- Toutes les forces de frottement sont négligées.

Partie I



Un projectile de masse $m = 100$ g est tiré à partir d'un point O du plan horizontal du sol avec une vitesse $\vec{V}_0$ appartenant au plan (O, x, y) et faisant un angle α avec le plan horizontal. La norme de $\vec{V}_0$ est 200 $m.s^{-1}$

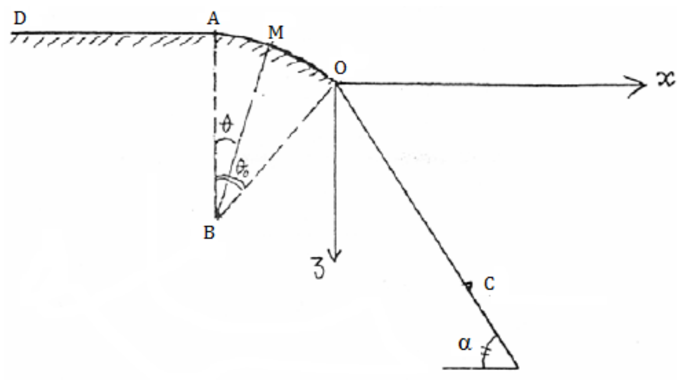
3.1. Etablir l'équation cartésienne du mouvement du projectile dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$. (0,50 pt)

3.2. On désire atteindre un point A de coordonnées A(x_A, y_A, 0) avec ce projectile.

3.2.1. Montrer que le point A doit se trouver dans une région de l'espace limitée par une parabole. On donnera l'équation de la parabole et on indiquera la région accessible sur un schéma. (01,50 point)

3.2.2. On donne les points A_1 (1000 m, 2000 m, 0) et A_2 (2000 m, 1000 m, 0). Lequel de ces deux points peut être atteint? Déterminer alors les angles de tir permettant d'atteindre ce point. Quelle est la norme de la vitesse du projectile au moment où il atteint le point? (01,50 point)

Partie II



Un skieur glisse sur une piste horizontale DA, à vitesse constante. En A, il aborde une portion de piste circulaire de rayon r = BA (B est sur la verticale de A) ; voir figure. On admet que le skieur est assimilable à un point matériel M dont la trajectoire suit la forme de la piste.

3.3. Établir l'expression littérale de la vitesse du skieur au point M en fonction de l'angle $\theta = \widehat{ABM}$ et de la vitesse v_A. (0,50 point)

3.4. Le skieur quitte la piste en un point O tel que $\theta_0 = \widehat{ABO}$. Calculer l'angle θ_0. (0,50 point)

A.N. $v_A = 10\ m.s^{-1}$; BA=r=20 m;

3.5. Au même point O commence une troisième portion de piste rectiligne faisant un angle α = 45° avec la verticale.

3.5.1. Donner l'équation de la trajectoire de M dans le repère Oxz. (0,50 pt)

3.5.2. Le skieur arrive sur la piste de réception au point C. Calculer la distance OC. (0,50 pt)

EXERCICE 4 : (04 points)

La terre est assimilée à une sphère homogène, de centre O, de masse M et de rayon R. On se propose d'étudier la mise sur orbite terrestre d'un satellite de masse m à la distance r du point O.

Soit h l'altitude du satellite que l'on assimilera à un point matériel. Le vol du satellite sur sa trajectoire est dit balistique. Cette phase est précédée par la phase de propulsion durant laquelle le satellite est soumis à des forces extérieures dues aux fusées afin de lui fournir l'énergie nécessaire pour le satelliser autour de la terre.

4.1. Expliquer pourquoi le vol du satellite sur sa trajectoire est dit balistique ? (0,25 pt)

4.2. Exprimer l'intensité du vecteur champ de gravitation créé par la terre à un point P de l'espace situé à une distance $\boldsymbol{OP} = \boldsymbol{r}$. (0,25 pt)

4.3. Etablir l'expression de l'énergie totale $\boldsymbol{E}$ du satellite dans le champ de gravitation terrestre. (0,50 pt)

4.4. Exprimer l'énergie totale $\boldsymbol{E_0}$ du satellite au sol avant la phase propulsée. (0,50 pt)

4.5. Etablir alors l'énergie **W** nécessaire pour mettre le satellite sur orbite autour de la terre. Sous quelle forme l'énergie **W** est-elle fournie au satellite ? (0,75 pt)

4.6. En négligeant l'énergie cinétique du satellite au sol due à l'effet d'entraînement de la terre en rotation, exprimer la vitesse de satellisation en fonction de $\boldsymbol{R}$ et $\boldsymbol{G_0}$ (champ gravitationnel au sol). Faire l'application numérique. (0,50 pt)

Données : $R = 6400$ km ; $G_0 = 9,81$ m.s^{-2}

NB : La référence de l'énergie potentielle du satellite sera prise à l'infini.

4.7. On considère maintenant que le satellite qui est satellisé à une altitude $h_1 = 3600$ km, sous l'influence d'actions diverses, perd de l'altitude à chaque tour. La réduction d'altitude à la fin de chaque tour est supposée égale au millième de l'altitude en début de tour : $\Delta h = \frac{h}{1\,000}$

4.7.1. Le satellite étant initialement à l'altitude h_1, montrer que dans ces conditions, ses altitudes ultérieures à la fin de chaque tour varient en progression géométrique. (0,75 pt)

4.7.2. En déduire la valeur n du nombre de tours effectués par le satellite quand il atteint l'altitude $h = 100$ km. (0,50 pt)

EXERCICE 5 : (04,5 points)

Depuis Galilée, les pendules pesants ont été l'objet d'études approfondies, car ils ont constitué du XIX^{ième} au XX^{ième} siècle, l'organe essentiel des horloges de précision.

Un pendule pesant est constitué d'un solide pouvant osciller autour d'un axe fixe, de part et d'autre de sa position de repos, sous l'action de son poids. La balançoire, le porte-clés, le balancier d'une horloge en constituent des exemples.

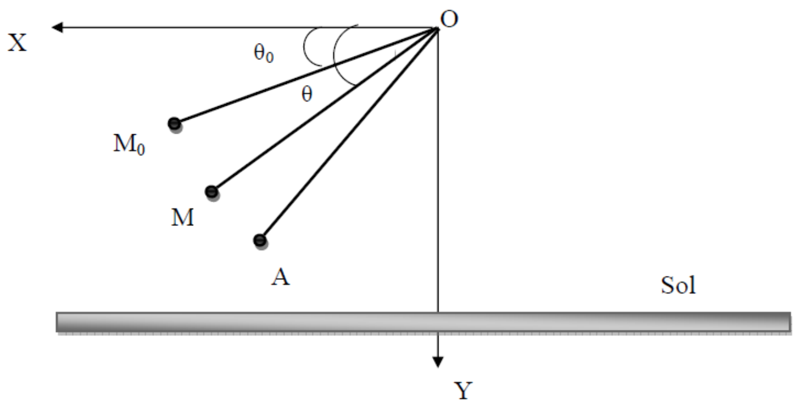
Un modèle simplifié du pendule pesant est le pendule simple. Celui-ci est constitué d'un solide ponctuel suspendu en un point par un fil inextensible de longueur très supérieure à la dimension du solide.

On étudie le mouvement d'un pendule simple constitué d'une bille ponctuelle de masse $m = 50$ g suspendue en un point fixe O par un fil inextensible de longueur $l = 50$ cm.

Initialement le pendule est en équilibre stable, le fil est alors vertical et le solide est en dessous de O. Dans toute la suite les frottements seront négligés.

5.1. Dans un premier temps, le solide est écarté légèrement de sa position d'équilibre stable puis abandonné sans vitesse initiale. Le système effectue alors de part et d'autre de cette position d'équilibre, des oscillations périodiques, de faibles amplitudes, de période $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Evaluer la période de ces oscillations. Quelle devrait être la valeur de la longueur du fil pour que le pendule « batte la seconde » (une demi-oscillation dure 1 seconde)? On prendra g = 9,8 $m.s^{-2}$. (0,5 pt)

5.2. On écarte maintenant le fil du pendule de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = \left(\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OM_0}\right)$ =15°(voir fig ci-dessous) et on lance la bille dans le plan XOY avec le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ dirigé vers le bas et tangent au cercle de rayon l et de centre O. On repère la position de la bille à un instant t par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OM})$.



5.2.1. Par application du théorème de l'énergie cinétique établir l'expression de la vitesse de la bille en M en fonction de v_0, g, l, θ et θ_0. (0,5 pt)

5.2.2. En utilisant le théorème du centre d'inertie au point M; établir l'expression de la tension T du fil en M en fonction de v_0, l, θ , θ_0. g et m. (0,75 pt)

5.2.3. Exprimer la valeur minimale v_{0min} de la vitesse v_0 pour que la bille effectue un tour complet le fil restant tendu et la calculer. (0,5 pt)

5.2.4. Le pendule est à nouveau lancé à partir de M_0 avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0'$ ‘ dirigé vers le bas, tangent au cercle de rayon l et de centre O, de valeur $v_0' = 4{,}15\ m.s^{-1}$. Mais le fil se casse quand la bille passe pour la première fois au point A repéré par l'angle α= $(\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OA}) = 45°$

5.2.4.1. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}_A$ de la bille au point A. (0,5 pt)

5.2.4.2. Déterminer, dans le repère orthonormé $(\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OY})$ donné dans le schéma précédent, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération. (0,75 pt)

5.2.4.3. En posant u = $l cos\alpha - x$, montrer que, dans le repère orthonormé $(\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OY})$, l'équation de la trajectoire de la bille après sa libération s'écrit: y =$\frac{g}{2v_A^2 sin^2\alpha}u^2 + \frac{u}{tan\alpha} + l sin\alpha$ (0,5 pt)

5.2.4.4. Déterminer l'abscisse du point d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance h = 1,5 m en dessous du point 0. (0,5 pt)

FIN DU SUJET