LYCEE TECHNIQUE
SEYDINA LIMAMOU LAYE
Guédiawaye - Dakar

Année scolaire: 2022-2023
Cellules de Sciences Physiques
Classes : TS1 & TS3

DEVOIR N°2 DE SCIENCES PHYSIQUES DU SECOND SEMESTRE DUREE (4 HEURES)

EXERCICE 1 : (2,75 points)

On donne : M(H) = 1 g.mol^{-1} ; M(C) = 12 g.mol^{-1} ; M(N)= 14 g.mol^{-1} ; M(O) = 16 g.mol^{-1}

On considère un acide carboxylique noté (A) de formule semi-développée R — COOH avec R un radical alkyle. Afin d'identifier sa formule semi-développée exacte, on réalise plusieurs réactions chimiques impliquant l'acide carboxylique (A).
Un échantillon de masse m_A = 2,96 g de l'acide carboxylique (A) est intégralement transformé en son chlorure d'acyle noté (B). Tout le chlorure d'acyle formé est isolé puis réparti en deux parts égales.

1-1/ Première série d'expériences :

On procède à l'hydrolyse de l'une des parts de (B) ; le chlorure d'hydrogène formé est intégralement recueilli puis dissout dans de l'eau pour obtenir une solution d'acide chlorhydrique S. Pour neutraliser la solution S on y verse un volume V = 20 cm^3 de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration
C =1,00 mol.L^{-1}.

1-1-1/ Ecrire l'équation-bilan de cette réaction d'hydrolyse et donner ses caractéristiques. **(0,5 pt)**

1-1-2/Déterminer la masse molaire M_A de l'acide carboxylique (A). **(0,5 pt)**

1-2/ Deuxième série d'expériences :

On fait réagir l'autre part du chlorure d'acyle (B) avec une solution concentrée d'ammoniac.
Il se forme entre autres un solide cristallisé blanc (C) insoluble dans l'eau que l'on isole.

1-2-1/ Préciser la fonction chimique du composé (C). **(0,25 pt)**

1-2-2/ Ecrire l'équation-bilan de cette réaction puis préciser ses caractéristiques. **(0,5 pt)**

1-2-3/ La détermination expérimentale de la masse molaire de (C) a donné : M(C) = 73,0 g.mol^{-1}.
En déduire la masse molaire de (A) puis sa formule semi-développée et que son nom. **(1 pt)**

EXERCICE 2 : (3,25 points)

On donne : Ke = 10^{-14} ; M(H)= 1 g.mol^{-1} ; M(C)= 12 g.mol^{-1} ; M(N)= 14 g.mol^{-1} ; M(O) = 16 g.mol^{-1}

2-1/ Détermination du pK_A du couple R'— NH_3^+ / R'— NH_2 :

On considère une solution aqueuse d'une monoamine primaire de formule R'— NH_2 de concentration molaire C = 8.10^{-1} mol.L^{-1} et de pH = 12,3.

2-1-1/ Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre cette amine et l'eau. **(0,25 pt)**

2-1-2/ Trouver le coefficient de dissociation α de cette amine primaire. **(0,25 pt)**

2-1-3/ On prépare différentes solutions S_i de l'amine primaire R' — NH_2 de concentrations molaires respectives C_i. La détermination des coefficients de dissociation α_i de ces solutions S_i a permis de dresser le tableau suivant :

Solutions (S_i)	S_1	S_2	S_3	S_4
C_i (mol.L^{-1})	0,25	0,40	0,60	0,75
α_i	0,045	0,035	0,029	0,026
log C_i				
log α_i				

2-1-3-1/ Etablir la relation qui lie α, C, K_e et K_A, où α représente le coefficient d'ionisation de l'amine dans la solution, K_A la constante d'acidité du couple R'— NH_3^+/R'— NH_2, K_e le produit ionique de l'eau et C la concentration molaire volumique de la solution de l'amine R'— NH_2. **(0,5 pt)**

2-1-3-2/ Recopier puis compléter le tableau. **(0,5 pt)**

2-1-3-3/ Tracer la courbe $\log \alpha_i = f(\log C_i)$. Echelle : $\begin{cases} \log \alpha_i : \ 1 \text{ cm} \longrightarrow -0,5 \\ \log C_i : \ 1 \text{ cm} \longrightarrow -0,1 \end{cases}$ **(0,5 pt)**

2-1-3-3-1/ Montrer, à partir du graphe, que log α_i peut se mettre sous la forme:
$\log \alpha_i = a \log C_i + b$; relation où a et b sont des constantes que l'on déterminera. **(0,75 pt)**

2-1-3-3-2/ Déduire des questions précédentes la valeur du pK_A du couple R'— NH_3^+/R'— NH_2. **(0,25 pt)**

2-1-3-4/ Dans un échantillon de volume V_0 d'une solution (S_0) de l'amine primaire R' — NH_2 de concentration molaire volumique C_0 et de pH_0, on y ajoute un volume V_e d'eau pure. Montrer que le pH de la solution diluée peut se mettre sous la forme: $pH = pH_0 - \frac{1}{2}\log\left(1 + \frac{V_e}{V_0}\right)$. **(0,25 pt)**

<u>EXERCICE 3 :</u> **(4,25 points)**

Nous étudions le mouvement de chute de deux corps (A) et (B) dans le repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen. Le point O est situé au niveau du sol (figure 1). On néglige la poussée d'Archimède devant les autres forces et on prend l'intensité de la pesanteur **$g = 10\ m.s^{-2}$.**

3-1/ Etude de la chute d'un corps avec frottement :

A un instant choisi comme origine des dates t = 0, on lâche sans vitesse initiale d'un point H, un corps solide (A) de masse $m_A = 0{,}5$ kg et de centre d'inertie G_A (figure 1). En plus de son poids, le solide (A) est soumis à une force de frottement fluide $\vec{f} = -k\vec{V}_A$ où $\vec{V}_A$ est le vecteur vitesse de G_A à un instant t et k une constante positive.

3-1-1/ Montrer que l'équation différentielle du mouvement vérifiée par la composante V_{Ay} (t) suivant l'axe (Oy) du vecteur vitesse $\vec{V}_A$ (t) s'écrit : $\frac{dV_{Ay}}{dt} + \frac{1}{\tau}V_{Ay} + g = 0$; ou τ représente la constante de temps caractéristique du mouvement. **(1 pt)**

3-1-2/ La courbe de la figure 2 représente l'évolution de V_{Ay} (t) au cours du temps.

Déterminer τ et en déduire la valeur de k. **(0,5 pt)**

3-2/ Etude du mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur :

A l'instant où le centre d'inertie G_A du corps (A) passe par le point F d'altitude $h_F = 18{,}5$ m par rapport au sol, on lance un projectile (B), de masse m_B et de centre d'inertie G_B, d'un point P de coordonnées ($x_P = 0$, $y_P = h_P$) avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ faisant un angle α, **($0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ rad)** avec l'horizontale (figure1).

On choisit cet instant comme nouvelle origine des dates (t = 0) pour le mouvement de (A) et celui de (B).

On néglige les frottements pour le projectile (B), on donne : $h_P = 1{,}8$ m ; $V_0 = 20\ m.s^{-1}$.

3-2-1/ Etablir les équations horaires x_B (t) et y_B (t) du mouvement de (B) en fonction de α, Vo, g, h_p et t. **(0,5 pt)**

3-2-2/ Exprimer les coordonnées du point S, sommet de la trajectoire de (B), en fonction α, Vo, g et h_p.**(1pt)**

3-3/ Les deux corps (A) et (B) se rencontrent au point S (on considère que G_A coïncide avec G_B en S).

3-3-1/ Sachant que le corps (A) passe par F avec sa vitesse limite à la date t = 0, établir l'équation horaire y_A(t) du mouvement de (A). **(0,5 pt)**

3-3-2/ Déterminer la valeur de l'angle α pour que les deux corps (A) et (B) se rencontrent au point S. **(0,75 pt)**

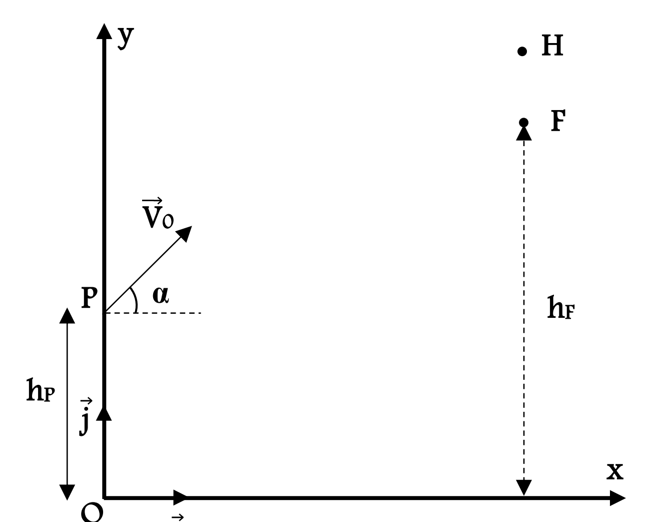


Figure 1

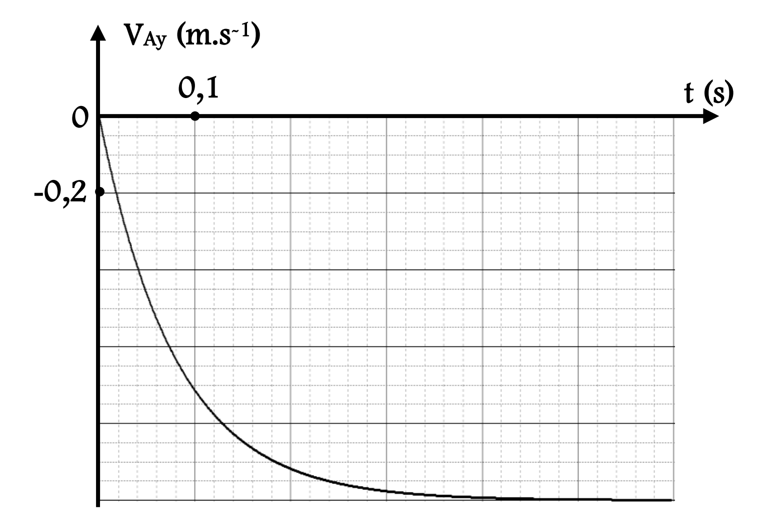


Figure 2

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

Données :

- ✓ Masse de la Terre $M_T = 6.10^{24}$ kg ;
- ✓ Masse du soleil $M_S = 2.10^{30}$ kg ;
- ✓ Distance Terre-Soleil r = 1,50 10^8 km ;
- ✓ Constante de gravitation G = 6,67 10^{-11} N.m².kg^{-2}

4-1/ PREMIERE PARTIE :

Le Soleil, de centre S et de masse M_S et la Terre de centre T et de masse M_T, sont considérés comme des astres présentant une répartition de masse à symétrie sphérique.

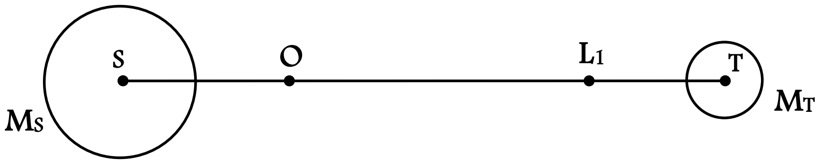
4-1-1/ Enoncer la loi de gravitation universelle puis faire un schéma traduisant sa formulation vectorielle. **(0,75 pt)**

4-1-2/ Montrer que le mouvement de la terre, satellite du soleil sur orbite circulaire, est uniforme. **(0,5 pt)**

4-1-3/ Etablir, en fonction de G, M_S et r, l'expression de la vitesse v de la terre sur son orbite autour du soleil. Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

4-1-4/ Etablir, en fonction de G, M_S et r, l'expression de la vitesse angulaire ω de la terre sur son orbite autour du soleil. Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

4-2/ DEUXIEME PARTIE :



- ✓ M_S : représente la masse du Soleil
- ✓ M_T : représente la masse de la Terre
- ✓ Barycentre des masses M_S et M_T
- ✓ L_1 : représente le point de Lagrange

On s'intéresse au mouvement d'un satellite de masse m placé un point L_1 d'un repère dont l'origine O est situé sur le barycentre des deux masses de la Terre et du soleil. (Voir figure ci-dessus)

On pose : r = ST ; d = L_1T ; $x = \frac{d}{r}$; $k = \frac{M_T}{M_S}$

4-2-1/ Exprimer les distances OT et OS en fonction de r et k. **(1 pt)**

4-2-2/ En L_1, le satellite de m est soumis à deux forces gravitationnelles : l'une force $\vec{F}_1$ exercée par le soleil et l'autre $\vec{F}_2$ exercée par la Terre.

4-2-2-1/ Exprimer les intensités F_1 et F_2 respectivement de $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ en fonction de r, x et des grandeurs physiques qui les caractérisent. **(0,5 pt)**

4-2-2-2/ En application de la deuxième loi de Newton au satellite de masse m, établir la relation suivante :

$$\omega^2\left(\frac{1}{1+k} - x\right) = \frac{G}{r^3}\left(\frac{M_S}{(1-x)^2} - \frac{M_T}{x^2}\right) \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

4-2-2-3/ Monter que pour que le satellite de masse m apparait fixe par rapport à la Terre et au soleil, il faut que :

$$(1 + k)\,x - 1 + \frac{1}{(1-x)^2} - \frac{k}{(x)^2} = 0 \quad \textbf{(0,5 point)}$$

4-2-2-4/ Déduire de ce qui précède que $d = r\left(\sqrt[3]{\frac{M_T}{3M_S}}\right)$ puis la calculer (elle sera notée d_1). **(0,5 point)**

On fera les approximations suivantes : k << 1 ; x << 1 et que $(1+\varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$ si $\varepsilon \to 0$

4-2-2-5/ Des recherches très précises ont pu établir la relation suivant :

$$d = r\left[\left(\sqrt[3]{\frac{M_T}{3M_S}}\right)\left(1 - \frac{1}{3} \times \sqrt[3]{\frac{M_T}{3M_S}}\right) - \frac{1}{9} \times \left(\sqrt[3]{\frac{M_T}{3M_S}}\right)^2\right]$$

Calculer la valeur précise de d (elle sera notée d_2). Trouver l'erreur relative entre d_1 et d_2. **(0,5 pt)**

EXERCICE 5 : (4,25 points)

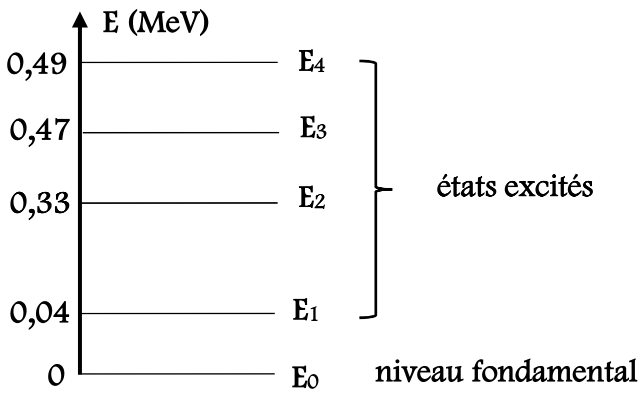
5-1/ L'isotope 212 du bismuth $^{212}_{83}Bi$ possède simultanément la radioactivité α et la radioactivité β^-

5-1-1/ Ecrire les équations bilans des réactions correspondantes. **(0,5 pt)**

5-1-2/ Les noyaux fils obtenus par radioactivité α sont radioactifs β^- et inversement c'est-à-dire ceux obtenus par radioactivité β^- sont radioactifs α.

Ecrire les équations bilans des réactions nucléaires. **(0,5 pt)**

5-2/ Lors de la désintégration du bismuth 212, il se forme du thallium (Tℓ). Certains noyaux de thallium peuvent apparaitre sous différents états excités correspondant au diagramme des énergies ci-dessous.



5-2-1/ Qu'observe-t-on lorsque le noyau regagne son état fondamental, éventuellement par l'intermédiaire d'autres états excités. **(0,25 pt)**

5-2-2/ Dans l'hypothèse où le noyau thallium est produit dans l'état excité correspondant au niveau E_2.

5-2-2-1/ Représenter par des flèches sur le diagramme d'énergie les transitions correspondant aux différentes façons de revenir à l'état fondamental. **(0,5 pt)**

5-2-2-2/ Déterminer les énergies, les fréquences et les longueurs d'onde possible du rayonnement émis lors de la désexcitation. **(0,75 pt)**

5-2-2-3/ Etablir une relation simple entre les fréquences des radiations émises. **(0,25 pt)**

5-3/ Une source contenant 0,05 g de bismuth 212 radioactif α produit $1,89.10^{17}$ désintégration en 7 s.

5-3-1/ Calculer l'activité A_0 de cette source en becquerel. **(0,25 pt)**

5-3-2/ En déduire la constante radioactive λ et la période radioactive T du bismuth 212. **(0,5 pt)**

5-3-3/ A partir de la masse initiale $m_0 = 0,05$ g de bismuth, calculer la masse du radioélément restant au bout de : 1 min ; 2 jours. **(0,5 pt)**

5-3-4/ Calculer le temps correspondant à la désintégration de $\frac{7}{8}$ de la masse de l'échantillon initial. **(0,25pt)**

On donne :

- ✓ Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1} ;
- ✓ 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J ;
- ✓ Constante de Planck : h = $6,62.10^{-34}$ J.s ;
- ✓ Célérité de la lumière : C = 3.10^8 m.s^{-1} ;
- ✓ Masse molaire du bismuth 212 : M = 212 g.mol^{-1}.

Extrait du tableau de classification périodique :

$_{81}Tℓ$	$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$	$_{85}At$