République du Sénégal
Ministère de l'Education nationale
Inspection d'Académie de Matam

Niveau : Terminale Discipline: Sciences physiques	Composition du Premier semestre 2023/2024	Série : S_1 Durée : 4 Heures

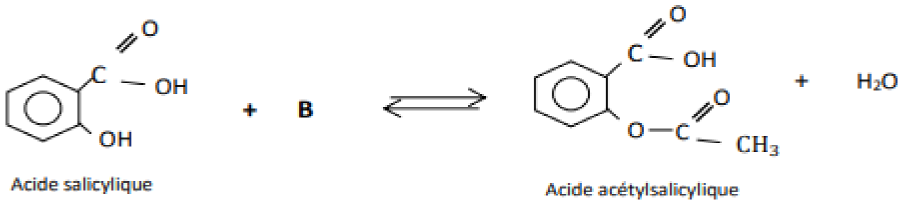
EXERCICE 1 **(03 points)**

L'acide acétylsalicylique plus connu sous le nom commercial d'aspirine, est la substance active de nombreux médicaments aux propriétés antalgiques (contre la douleur), antipyrétiques (contre la fièvre), anti inflammatoires à forte dose et antiagrégants plaquettaires (fluidifiants du sang).

Données : masse molaire de l'acide acétylsalicylique Masp = 180 $g.mol^{-1}$; masse molaire de l'acide salicylique Macide = 138 $g.mol^{-1}$; masse molaire de l'anhydride éthanoïque Manh =102 $g.mol^{-1}$:
ρ_{eau}= 1 $Kg.L^{-1}$

En 1853, Gerhardt réussit la synthèse de l'acide acétylsalicylique en faisant réagir I'acide salicylique avec un composé organique B. Le composé organique B qui peut, par ailleurs, être obtenu par une oxydation ménagée d'un alcool par un excès de permanganate de potassium en milieu acide, ne donne pas de test positif avec la DNPH.

1.1. L'équation de la réaction de synthèse de l'aspirine est:



1.1.1. Quel nom donne-t-on à cette réaction ? Préciser la signification de la double flèche et indiquer en quoi cela peut être un inconvénient lors de la fabrication industrielle de l'aspirine. **(0,75 pt)**

1.1.2. Ecrire la formule semi développée du composé organique B ? En déduire le nom de l'alcool pouvant pouvant donner B par oxydation ménagée. **(0,5 pt)**

1.2. En 1897, Hoffmann met au point un nouveau procédé d'obtention de l'acide acétylsalicylique commercialisé en 1899 sous le nom d'aspirine. II remplace le composé organique B par l'anhydride éthanoïque.

1.2.1 Ecrire, en utilisant les formules semi développées, I 'équation-bilan de la réaction réalisée par Hoffmann. **(0,5 pt)**

1.2.2 Quel (s) intérêt(s) présente la réaction d'Hoffmann par rapport à celle de Gerhardt. **(0,25 pt)**

1.3 Des élèves décident, sous la supervision de leur professeur, de synthétiser l'acide acétylsalicylique en utilisant le procédé de Hoffmann. Pour cela, ils utilisent de l'anhydride éthanoïque de volume V= 12,0 mL, de densité d= 1,08 et de l'acide salicylique de masse m_s= 10,0 g. La masse d'aspirine obtenue, après filtration, est m_a= 8,0 g.

1.3.1 Calculer les quantités de matière de l'acide salicylique et de l'anhydride. Préciser le réactif limitant. **(0,5 pt)**

1.3.2 Déterminer le rendement de la réaction. **(0,5 pt)**

EXERCICE 2 : **(03 points)**

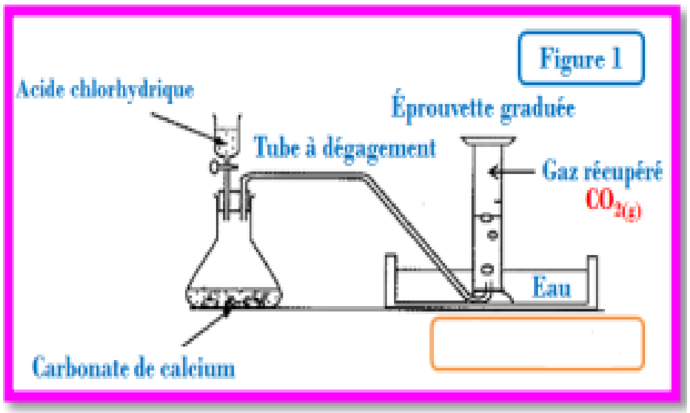
L'acide chlorhydrique a plusieurs utilisations telle l'élimination de dépôts de calcaire dans divers appareils et les conduites d'eau.

Le calcaire, principalement constitué de carbonate de calcium $CaCO_3$ réagit avec une solution d'acide chlorhydrique selon la réaction totale d'équation :

$CaCO_3 + 2H_3O^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 3\ H_2O$

Lors d'une séance de travaux pratiques au lycée, Le professeur de physique-chimie demande à ses élèves d'étudier la cinétique de cette réaction chimique.

Dans un erlenmeyer, on réalise la réaction entre le carbonate de calcium $CaCO_3$ et l'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$).Le dioxyde de carbone formé est recueilli. par déplacement d'eau, dans une éprouvette graduée (figure 1)



Un élève verse dans le ballon un volume V_S =<u>100</u> mL d'acide chlorhydrique à **C =0.1 mol./L,** A la date t=0s. Il introduit rapidement dans le ballon m =2,0 g de carbonate de calcium $CaC0_3$ tandis qu'un camarade déclenche un chronomètre. Les élèves relèvent les valeurs du volume $V(CO_2)$ de dioxyde de carbone dégagé en fonction du temps.

Puis ils tracent la courbe suivante (figure 2) La pression du gaz est égale à la pression atmosphérique.

Données :

- Constante des gaz parfaits R = 8,13 $J.K\ .mol^{-1}$

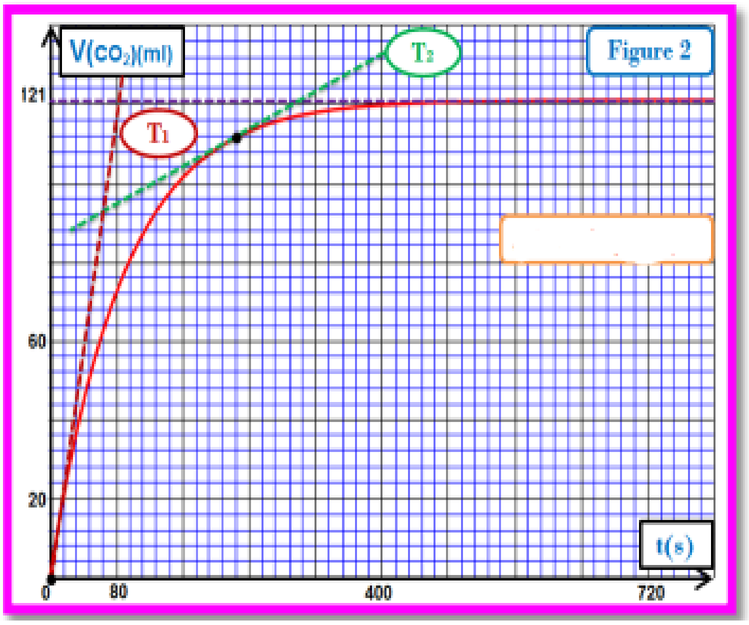
-Température du laboratoire au moment de lexpérience 25°C

-Pression atmosphérique: $P_{atm}=1{,}020.10^5$ Pa

-Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$:

M(C)=12

M(H)=1:M(O) = 16 : M(Ca) =40.



<u>2.1</u>. Déterminer les quantités de matières initiales de chacun des réactifs. En déduire le réactif limitant. **(0,5 pt)**

<u>2.2</u>. Exprimer $n(CO_2)$ à l' instant t en fonction de V (CO_2), T, P_{atm} et R .Calculer sa valeur numérique à la dater t =20 s. **(0,5 pt)**

<u>2.3.</u> Calculer le volume maximum de gaz susceptible d'être recueilli dans les conditions de l'expérience. **(0,25 pt)**

<u>2.4</u>. Déterminer graphiquement $t_{1/2}$ le temps de demi-réaction. **(0,25 pt)**

<u>2.5</u>. Montrer que l'expression de la vitesse volumique V de formation de CO_2 en fonction de V_{CO_2} et du volume V_S de la solution est : **V=** $\frac{42{,}1}{V_S}\frac{d}{dt}(V_{CO_2})$ avec V_S en L et V_{CO_2} en m^3. **(0,5 pt)**

<u>2.6</u>. Déterminer la vitesse volumique de la réaction à la date t=224s. **(0,5 pt)**

<u>2.7</u>. Comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps .Justifier . **(0,25 pt)**

<u>2.8</u>.. Comment ralentir la vitesse de réaction chimique ? Tracer sur le même graphe l'allure de la courbe V (CO_2) =f(t) dans ce cas. **(0,25 pt)**

<u>EXERCICE 3</u> : (04,5 points)

La figure (1) ci-dessous représente une piste ABCD située dans un plan vertical:

- la partie (AB) est rectiligne de longueur ℓ = 1 m et inclinée d'un angle α =30° sur l'horizontale.
- la partie (BC) est un arc de cercle de centre 0, de rayon r = ℓ et telle que l'angle $\theta_C = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OC})$ = 10°.
- la partie (CD) est un arc de cercle de centre O', de rayon r'== ℓ .

Les parties (BC) et (CD) sont tangentes en C.

Sur la partie (AB), les forces de frottements sont équivalentes à une force $\vec{f}$ parallèle à la piste et opposée à la vitesse d'intensité f constante.

Les frottements sont négligeables sur les autres parties de la piste. L'action de l'air sera négligée et on prendra g =10 m.s^{-2}.

Un solide S ponctuel de masse m= 200 g part du point A sans vitesse initiale. Il reste sur la piste (ABCD) jusqu' en D et la quitte à partir du point D.

3.1.Première partie :

3.1.1 Exprimer la vitesse V_B du solide au point B en fonction de m, g, f,ℓ et . **(0,5 pt)**

3.1.2. Montrer que la vitesse V du solide au point M est donnée par la relation: **(0,5 pt)**

$$V = \sqrt{2gr\left[\sin\alpha + \cos\alpha - \cos(\alpha + \theta) - \frac{f}{mg}\right]}.$$

3.1.3. Exprimer l'intensité R de la réaction de la piste sur le solide en fonction de m, g, α ,θ, r et V. **(0,5 pt)**

En déduire que : R = mg [3 cos(α + θ) − 2(sin α + cos α)] + 2f. **(0,5pt+0,25 pt)**

3.1.4. Trouver l'intensité f de la force de frottement sachant que la valeur l'intensité de la réaction en C est R_C= 0,132 N. En déduire la valeur V_C de la vitesse en C. **(0,5 pt)**

3.2.Deuxième partie:

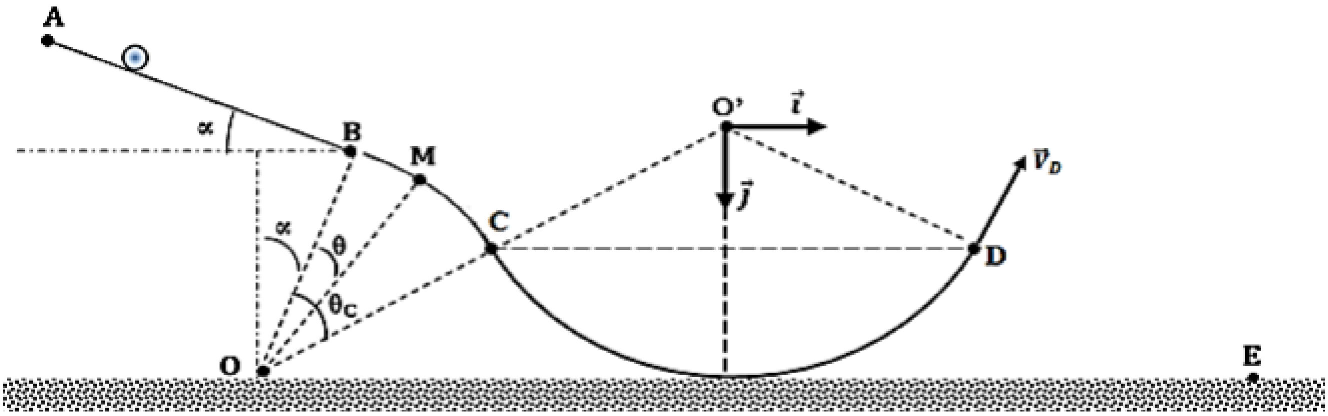
Le raccordement est tel que le solide quitte la piste au point D situé au même niveau que C avec la vitesse V_D= 2,65 m.s^{-1}.

3.2.1. Etablir, dans le repère (0',$\vec{\imath}$;$\vec{\jmath}$) indiqué sur la figure 1, les équations horaires x(t) et y (t) du mouvement de la sphère à partir du point D. **(0,5 pt)**

3.2.2. Trouver l'équation cartésienne de la trajectoire du solide. **(0,5 pt)**

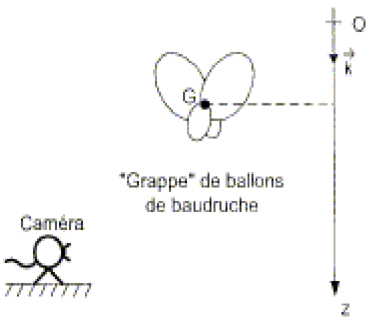
3.2.3. Déterminer les coordonnées du point de chute E du solide au sol. **(0,5 pt)**

3.2.4. Le solide arrive au point E avec une vitesse$\overrightarrow{V_E}$. Donner les caractéristiques de $\overrightarrow{V_E}$. **(0,25 pt)**



EXERCICE 4 (05 points)

Intrigué par la notion de frottement fluide introduite en classe de terminale, un élève cherche des informations sur la notion de force de trainée .Sur le site de la NASA, dont l'activité se partage entre domaine spatial et aeronautisme, l'élève trouve : la force de trainée peut se présenter sous deux modèles :



Modèle 1 : Les frottements dépendent ; entre autres, de la viscosité de l'air η_{air} et de valeur v de la vitesse du centre de gravité G du système. On exprime alors la force sous la forme : $\vec{f_1} = -A\, \eta_{air}\, v\, \vec{k}$ **ou** A est une constante

.

Modèle 2 : Les frottements dépendent, entre autres, de la masse volumique de l'air ρ_{air} et du carré de v. On écrit alors la force sous forme : $\vec{f_2} = -B\, \rho_{air}\, v^2\, \vec{k}$ ou B est une constante. Les formes A et B sont liés à la forme du corps et de son inclinaison.

Le choix de ces deux modèles est lié à l'expérience. Son professeur lui conseille de les appliquer à la chute verticale d'une grappe de ballons de baudruche dont il peut lui fournir le film. Il lui donne également les valeurs approchées des constantes A et B. Un logiciel adapté permet d'obtenir la courbe d'évolution de la valeur v de la vitesse du centre d'inertie G du système (voir figure).

Le système fournit par l'ensemble des ballons de baudruche, de masse m et de volume total V_B, est lâché sans vitesse initiale, dans le champ de pesanteur $\vec{g}$. Toute l'étude de cet exercice est faite dans le référentiel terrestre supposé galiléen, muni d'un repère (O ; $\vec{k}$) dont l'axe OZ vertical est vers le bas. On pose $v_z = v$, valeur de la vitesse du centre d'inertie G du système. Données : $g = 10\ m.s^{-2}$; valeurs approchées de A et B calculées à partir de la géométrie de l'objet : A = 10 m ; $B = 2.10^{-2}\ m^2$; m = 22g ; masse volumique de l'air $\rho_{air} = 1{,}2 g.L^{-1}$; viscosité dynamique de l'air $\eta_{air} = 2.10^{-5}\ Kg.m^{-1}.s^{-1}$.

4.1. Le système est soumis à trois forces : son poids $\vec{P}$, les frottements ($\vec{f_1}$ ou $\vec{f_2}$) et la poussée d'Archimède $\vec{F}$. Donner les caractéristiques de la poussée d'Archimède $\vec{F}$. **(0,5 pt)**

4.2. Si l'on choisit le modèle 1, montrer que la vitesse v vérifie l'équation différentielle :

$$m\frac{dv}{dt} = m.g\left(1 - \frac{V_B.\rho_{air}}{m}\right) - A.\eta_{air}v \quad (1) \qquad \textbf{(0,5 pt)}$$

De la même façon, montrer que pour le modèle 2 on obtient l'équation :

$$m\frac{dv}{dt} = m.g\left(1 - \frac{V_B.\rho_{air}}{m}\right) - B.\rho_{air}v^2 \qquad (2) \qquad \textbf{(0,5 pt)}$$

4.3. En déduire les équations différentielle de l'expression littérale de a_0, valeur de l'accélération à la date t= 0, en fonction de m, V_B , g , et ρ_{air} . **(0,5 pt)**

4.4. **A** partir de l'exploitation du graphe, trouver de l'accélération initiale a_0. **(0,5 pt)**

Retrouver cette valeur par un calcul sachant que le volume V_B du système est égal à 7L. **(0,5 pt)**

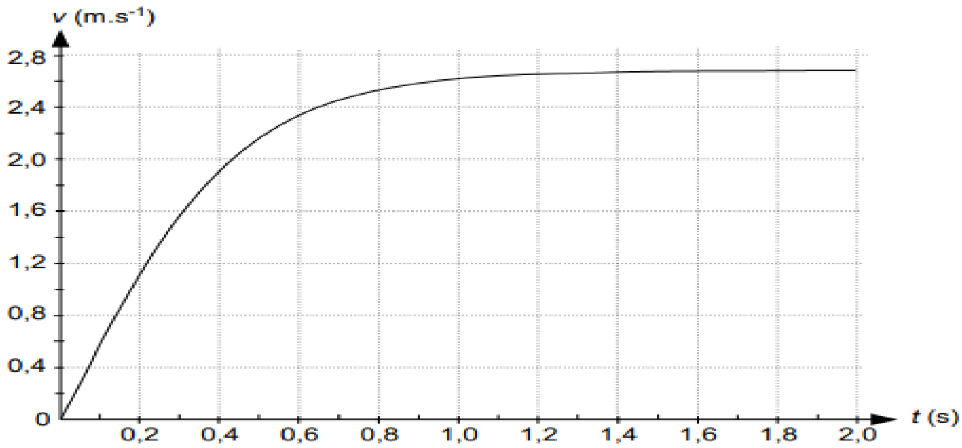
4.5. Déterminer graphiquement la valeur de la vitesse limite v_{lim}. **(0,5 pt)**

4.6. A l'aide de l'équation différentielle, démontrer dans le cas du modèle 1 que l'expression de cette vitesse limite est :

$$V_{lim1} = \frac{m.g\left(1 - \frac{V_B.\rho_{air}}{m}\right)}{A\eta_{air}}$$

(0,5 pt)

Figure 2 : courbe d'évolution temporelle de la valeur v de la vitesse du centre d'inertie G du système



On admet également dans le cas du modèle 2 que : $v_{lim2} = \sqrt{\dfrac{m.g\left(1-\frac{V_B.\rho_{air}}{m}\right)}{B.\rho air}}$

<u>4.7.</u> Calculer la valeur approchée de v_{lim2} en utilisant les données fournis en début d'énoncé. **(0,5 pt)**

<u>4.8</u>. Sachant que $v_{lim2} = 2 m.s^{-1}$, comparer ces deux vitesses limites avec la valeur v_{lim} trouvée expérimentalement. En déduire lequel des deux modèles est le plus adapté à l'étude réalisée. **(0,5 pt)**

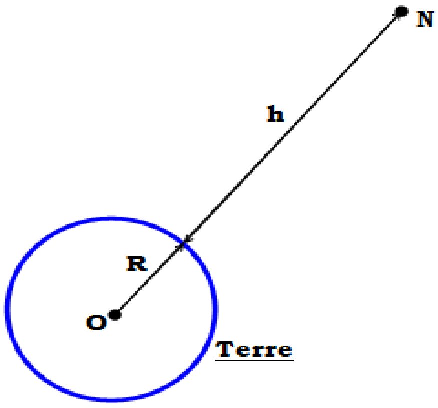
<u>EXERCICE 5 :</u> (04,5 points)

<u>Données</u> : Constante de gravitation universelle $G = 6{,}67.10^{-11}$ SI ; masse de la terre $M = 6.10^{24}$ kg ; rayon de la terre R= 6 400 km ; 1jour sidéral = 23h 56 min 4s.

Les satellites de télécommunication jouent un rôle fondamental dans la vie actuelle et ont permis de réduire le monde à un « village planétaire ». Ce sont, pour la plupart, des satellites géostationnaires.

<u>4.1</u> Donner la signification de satellite géostationnaire. Dans quelles conditions un satellite peut-il être géostationnaire ? **(0,5 pt)**

<u>4.2</u> En précisant le référentiel d'étude, montrer que le mouvement d'un tel satellite est circulaire uniforme. **(0,5 pt)**



<u>4.3</u> Soit h l'altitude d'un satellite géostationnaire. Etablir, en fonction de G, M, R et h, l'expression de :

<u>4.3.1-</u> la vitesse linéaire V du satellite, **(0,5 pt)**

<u>4.3.2 .</u>la période de révolution T du satellite. **(0,25 pt)**

<u>4.4-</u> Calculer l'altitude h d'un satellite géostationnaire. **(0,5 pt)**

<u>4.5-</u> L'énergie potentielle de pesanteur de ce satellite, de masse m, a pour expression : $Ep = -\frac{GMm}{(R+h)}$.

<u>4.5.1-</u> Préciser l'état de référence pour cette énergie potentielle. **(0,25pt)**

<u>4.5.2-</u> Etablir une relation simple entre l'énergie cinétique Ec et l'énergie potentielle Ep du satellite. **(0,5 pt)**

<u>4.5.3</u>- En déduire alors l'expression de son énergie mécanique Em en fonction de Ec.**(0,25 pt).**

<u>4.6</u> On considère maintenant un satellite quelconque à une altitude h. Le satellite subit des frottements équivalents à une force de freinage de module $f = bmV^2$, expression où b est une constante, V étant la vitesse du satellite. Ce freinage est très faible, et on peut supposer que les révolutions restent presque circulaires et que pour chacune d'elle, l'altitude h du satellite diminue de Δh avec $\Delta h \ll h$.

<u>4.6.1-</u> Montrer que la variation de vitesse du satellite peut s'écrire : $\Delta V = -\frac{\pi}{T}\Delta h$ où T est la période du satellite. **(0,5 pt)**

<u>4.6.2-</u> Justifier l'évolution de la vitesse du satellite. **(0,25 pt)**

<u>4.6.3-</u> Exprimer b en fonction de h, Δh et R. **(0,5 pt)**

<u>FIN DU SUJET</u>