REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère
de l'Education nationale

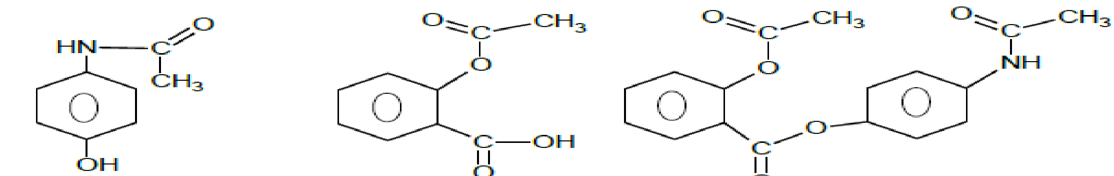
INSPECTION D'ACADEMIE DE SAINT-LOUIS

Composition standardisée de Sciences Physiques

1er Semestre 2020 — TS1 — Durée 04 Heures

<u>Exercice 1 :</u> (02,5 points)

Le salipran est un médicament « diantalgique » utilisé contre la douleur. Le principe actif est le bénorilate. Ce composé est un ester obtenu à partir de l'aspirine et du paracétamol.



paracétamol — aspirine — bénorilate

1.1. <u>Synthèse du bénorilate</u>

Au laboratoire, le bénorilate est obtenu à partir du paracétamol et de l'aspirine.

1.1.1. Recopier sur votre copie la formule semi-développée du bénorilate et entourer les groupements caractéristiques en précisant leur nom. **(0,25 pt)**

1.1.2. Quel est le nom de la transformation chimique mise en jeu ? **(0,25 pt)**

1.1.3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction mise en jeu en utilisant les formules brutes. **(0,5 pt)**

1.2. <u>Mode opératoire de la synthèse</u>

Dans un ballon de 100 mL d'une solution hydroalcoolique (mélange de 50 % en volume d'eau et d'éthanol), on introduit une masse $m_1 = 18{,}0\ g$ d'aspirine et une masse convenable $\mathbf{m_2}$ de paracétamol puis on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On chauffe pendant 30 minutes. Après ce chauffage, on sépare le bénorilate et on le purifie par une méthode appropriée. Après séchage, on obtient une masse $m = 18{,}8\ g$.

12.1. Calculer la quantité de matière d'aspirine introduite dans le ballon. En déduire la valeur $\mathbf{m_2}$ sachant que, initialement, l'aspirine et le paracétamol ont été mélangés dans des proportions stœchiométriques. **(0,5 pt)**

1.2.2. Calculer le rendement de la synthèse. **(0,5 pt)**

1.3. <u>Assimilation par l'organisme</u>

Après ingestion d'un comprimé de salipran, le bénorilate subit une hydrolyse acide des fonctions ester au niveau de l'estomac. Ecrire les formules semi-développées des composés organiques formés (on envisagera toutes les possibilités de réactions d'hydrolyse). **(0,5 pt)**

Masses molaires en $g.mol^{-1}$: $M_{aspirine} = 180$; $M_{\text{paracétamol}} = 151$; $M_{\text{bénorilate}} = 313$

<u>Exercice 2 :</u> (03,5 points)

Un groupe d'élèves veut étudier la cinétique de la réaction entre les ions péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ et les ions iodures I^-, modélisée par l'équation bilan suivante:

$$\mathbf{S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2}$$

Cette réaction est catalysée par les ions fer (III) (Fe^{3+}) d'une solution de chlorure de fer (III).

Lors d'une séance de travaux pratiques, le groupe suit la variation de la concentration C de l'ion péroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ au cours du temps et les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

t(s)	0	90	192	300	436	590	786	1030	1380	1960
C. (10^{-3}mol.L^{-1}).	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
$\ln(\frac{C_0}{C})$										

On désigne par C_0 la concentration initiale.

2.1. Tracer la courbe C = f(t). **Echelles** : 1 cm → 200 secondes et 1cm → 2.10^{-3}mol.L^{-1}. **(0,5 pt)**

2.2. Déterminer graphiquement la vitesse de disparition de l'ion $S_2O_8^{2-}$ à la date t = 0 s. **(0,5 pt)**

2.3. Le groupe reprend l'étude en ajoutant au milieu réactionnel une pincée de chlorure de fer (III). Donner sur le même graphique que précédemment l'allure de la courbe C = g(t) notée (C_2) traduisant la variation de la concentration C des ions $S_2O_8^{2-}$ en fonction du temps . **(0,25 pt)**

2.4. Recopier et compléter le tableau. **(0,5 pt)**

2.5. Tracer la courbe donnant les variations de $\boldsymbol{ln}\,(\frac{C_0}{C})$ en fonction du temps $\boldsymbol{t}$.

Echelles : 1cm → 200 secondes et 1 cm → 0,2 pour **ln** $(\frac{C_0}{C})$. **(0,5 pt)**

2.6. A partir de la courbe, établir la relation entre **ln** $\left(\frac{C_0}{C}\right)$ et le temps $\boldsymbol{t}$. En déduire une expression de $\boldsymbol{C}$ en fonction du temps $\boldsymbol{t}$. **(0,5 pt)**

2.7. Déterminer la vitesse de disparition à la date $t = 0$s. **(0,25 pt)**

2.8. Sachant que l'ion $S_2O_8^{2-}$est le réactif limitant dans la réaction étudiée, déterminer le temps $\boldsymbol{\tau}$ de demi-réaction. **(0,5 pt)**

<u>Exercice 3</u> (04 points)

La figure (1) ci-dessous représente une piste ABCD située dans le 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 O, de rayon $r = 1\,m$ et telle que l'angle $\theta_C = \left(\overrightarrow{OB}\,;\overrightarrow{OC}\right) = 10°$.
- La partie(CD) est un arc de cercle de centre O', de rayon $r' = 1m$.
- Les parties (BC) et (CD) sont tangentes en C.

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

Les frottements sont négligeables sur les autres parties de la piste. 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.

<u>3.1. Première partie :</u>

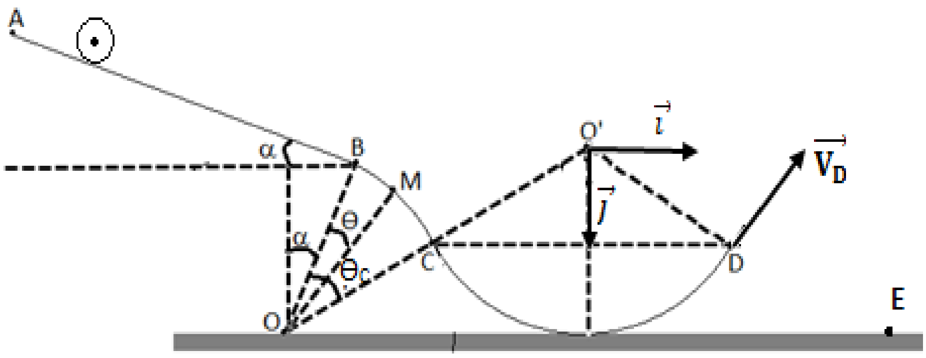


figure 1

3.1.1. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. **(0,25 pt)**

3.1.2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique :

3.1.2.1. Exprimer la vitesse V_B du solide au point B en fonction de m, g, l, f et α. **(0,25 pt)**

3.1.2.2. Montrer que la vitesse **V** du solide au point M est donnée par la relation :

$$\mathbf{V} = \sqrt{2gr[sin\alpha + cos\alpha - cos(\alpha + \theta) - \frac{f}{mg}]}$$ **(0,5 pt)**

3.1.3. Énoncer la deuxième loi de Newton. **(0,25 pt)**

3.1.4. En appliquant la deuxième loi de Newton :

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

3.1.4.2. En déduire que R peut se mettre sous la forme :

$$R = mg[3cos(\alpha + \theta) - 2(sin\alpha + cos\alpha)] + 2f \quad \textbf{(0,25 pt)}$$

3.1.5. Trouver l'intensité de la force $\vec{f}$ sachant que la valeur de la réaction en C est ; $R_C = 0{,}132\ N$. **(0,25 pt)**

3.1.6. En déduire la vitesse $\mathbf{V_C}$ de la vitesse en C. **(0,25 pt)**

3.2. Deuxième partie :

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

3.2.1. Etablir, dans le repère $(O', \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ indiqué sur la figure 1, les équations horaires $x(t)$ et y(t) du mouvement du solide S à partir du point D. **(0,75 pt)**

3.2.2. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement du solide. **(0,25 pt)**

3.2.3. Déterminer les coordonnées du point de chute E du solide au sol. **(0,25 pt)**

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

Exercice 4 : (05,5 points)

On considère deux plaques métalliques P_1 et P_2 parallèles, verticales, distantes de $\mathbf{d_0 = 10\ cm}$ et portées respectivement aux potentiels V_1 et V_2 tels que $U_0 = |V_1 - V_2|$. Un électron est émis avec une vitesse nulle au trou O (origine du repère $(O; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ et se dirige vers P_2 (***figure 2***)

4.1. Représenter le vecteur champ $\vec{E}_0$ crée entre les deux plaques. **(0,25 pt)**

4.2. Montrer que le potentiel V_x du point M d'abscisse x, s'écrit : $\boldsymbol{V_x = E_0\,x + V_1}$ **(0,25 pt)**

4.3. La courbe de la ***figure3*** indique l'évolution du potentiel V_x en fonction de l'abscisse x. Déterminer à partir de cette courbe, le potentiel V_1 de la plaque P_1 et l'intensité E_0 du champ électrique$\vec{E}_0$. En déduire V_2. **(0,75 pt)**

4.4. Calculer la vitesse $\mathcal{V}_1$ de sortie de l'ion en O'. On prendra $U_0 = 45{,}5$ V **(0,25 pt)**

4.5. L'électron pénètre ensuite en T, à la date t = 0s, avec une vitesse $\vec{\mathcal{V}}_0$, entre deux plaques A et B horizontales de longueur L = 10 cm où règne une tension $U = V_A - V_B$. Il sort de l'espace où règne le champ électrique $\vec{E}$ au point S. La distance entre les deux plaques est d = 8 cm et le point T est situé à égale distance des deux plaques.

Sachant qu'entre les points O' et T existe un espace vide d'épaisseur a, montrer que $\mathcal{V}_0 = \mathcal{V}_1$. **(0,25 pt)**

4.5.1. Représenter le champ $\vec{E}$ et en déduire le signe de U. **(0,5 pt)**

4.5.2. Établir les équations horaires du mouvement de l'électron entre les plaques A et B dans le repère $(O; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$. **(0,5 pt)**

4.5.3. En déduire l'équation cartésienne dans la trajectoire. **(0,25 pt)**

4.5.4. Déterminer les coordonnées x_S et y_S du point de sortie S. **(0,5 pt)**

4.6. La distance minimale d'approche de la plaque supérieure A est $d_m = \frac{d}{8}$. Montrer que la tension U qui règne entre les plaques A et B peut s'écrire sous la forme : $\boldsymbol{U = \frac{3}{2}\,U_0\left(\frac{d}{L}\right)^2}$. Calculer U. **(0,5 pt)**

Montrer que l'énergie cinétique de l'électron en S peut s'écrire : $\boldsymbol{Ec_S = \frac{1}{8}e(8U_0 + 3U)}$ **(0,5 pt)**

4.7. À la sortie des plaques A et B, l'électron heurte en un point C un écran placé à une distance $\boldsymbol{D = 50\ cm}$ de l'extrémité des plaques horizontales.

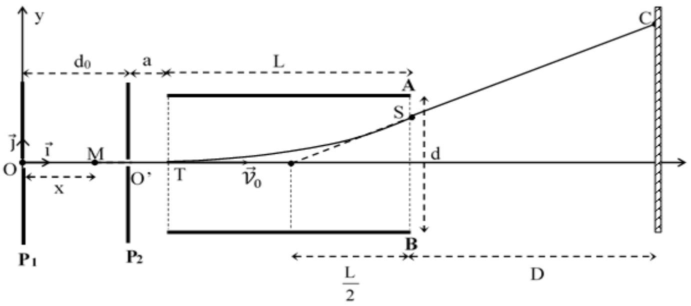
4.7.1. Quelle est la nature du mouvement de l'électron au-delà de S ? Justifier. **(0,25 pt)**

4.7.2. Montrer que la tangente à la trajectoire au point S coupe l'axe des abscisses au point d'abscisse : $\boldsymbol{x = \frac{1}{2}(x_S + k_2)}$. k_2 est une constante que l'on précisera. **(0,5 pt)**

4.7.3. Déterminer l'ordonnée y_C du point d'impact C de l'électron sur l'écran. **(0,25 pt)**

On donne : $\mathbf{e = 1{,}6.10^{-19}\ C\ ;\ m = 9{,}1.10^{-31}\ kg}$.

Figure 2



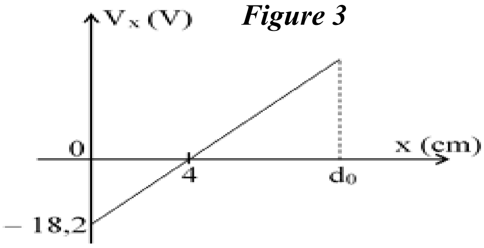


Figure 3

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

NB : les parties 2 et 3 peuvent être traitées indépendamment de la partie 1

<u>5.1 Décollage de la fusée</u> :

On étudie le décollage d'une fusée dans le référentiel terrestre supposé galiléen. L'intensité de la pesanteur g est considérée constante et égale à sa valeur au sol. On note m la masse totale de la fusée à un instant t et v sa vitesse.

Les gaz éjectés par la fusée durant un intervalle de temps dt ont une masse – dm et une vitesse $\vec{u}$ par rapport à la fusée.

5.1.1. Énoncer le principe fondamental de la dynamique. **0,25 pt)**

5.1.2. Exprimer la quantité de mouvement du système (fusée + gaz) à un instant t puis à une date très voisine t' = t + dt où la vitesse de la fusée est $\vec{v}' = \vec{v} + d\vec{v}$, en fonction de m, $\vec{v}'$, dm et $\vec{u}$. **(0,5 pt)**

5.1.3. En utilisant la variation de la quantité de mouvement entre t et t'et par application du principe fondamental de la dynamique, établir la relation :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{u}{m}\frac{dm}{dt} + g = 0$$ **(0,5 pt)**

5.1.4. Déduire de la relation précédente que la vitesse de la fusée à l'instant t est :

$v = u.\ln\left(\frac{m_0}{m}\right) - g.t$ où m_0 est la masse de la fusée au décollage. **(0,5 pt)**

5.2. <u>Mise en orbite du satellite</u> :

Le satellite sur son orbite circulaire de rayon r n'est soumis qu'à l'attraction terrestre et l'étude de son mouvement se fait dans le référentiel géocentrique.

5.2.1. Montrer que le mouvement du satellite sur son orbite est uniforme. **(0,5 pt)**

5.2.2. Exprimer la vitesse linéaire v du satellite puis sa période T_S en fonction de la masse M de la Terre, de r et de G constante de gravitation. **(0,5 pt)**

5.2.3. Après avoir rappelé ce qu'est un satellite géostationnaire, déterminer le rayon r_2 de son orbite.
. **(0,5 pt)**

On donne: M = $5{,}98.10^{24}$ kg; G = $6{,}67.10^{-11}$ (unités du SI); durée jour sidéral To = 86164s.

5.3. <u>L'énergie de transfert sur orbite géostationnaire</u> :

5.3.1. L'énergie potentielle gravitationnelle du satellite sur orbite r est : $Ep(r) = -\frac{G.M.m}{r}$.

Exprimer l'énergie mécanique du satellite sur une orbite de rayon r en fonction de G, M, m et r. **(0,5 pt)**

5.3.2. En déduire l'énergie nécessaire pour que le satellite passe de l'orbite basse de rayon r_1 à l'orbite géostationnaire de rayon r_2 en fonction de G, M, m, r_1, et r_2 et calculer sa valeur. **(0,75 pt)**

On donne : masse du satellite m = 1000 kg ; r_1 = 6700 km.

FIN SUJET