Prépa Bac TANA
Vol. TS, No. 1, Avril 2025, pp. 18-23
CAFTANA
Ministère de l'Education Nationale
un peuple un but une foi
SÉNÉGAL
Ensembles, construisons une Afrique industrialisée dans un environnement globalement sain

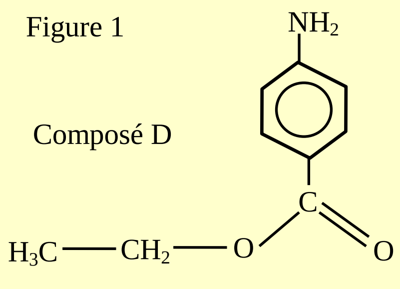
Composition du premier semestre

Inspection d'Académie : Saint-Louis
Pays : Sénégal
Auteur (s) : IA de Saint-Louis
Niveau : Terminale S1
Discipline : Sciences Physiques
Durée : 4h

Exercice 1 : (03 points)

Figure 1

Composé D



Données :

- *Masse molaire* : $M(\mathrm{D}) = 165{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$;
- *Masse molaire* : $M(\mathrm{A}) = 137{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$.

Afin d'atténuer la douleur de la piqûre engendrée par la pose de la perfusion d'un patient, une infirmière utilise préalablement une pommade à base de benzocaïne. La benzocaïne est un composé de synthèse utilisé comme anesthésique local d'usage externe. La benzocaine ou 4-aminobenzoate d'éthyle sera notée D ; sa formule semi-développée est représentée sur la figure 1 ci-contre:

1.1. Recopier la formule semi-développée de D en entourant les groupes fonctionnels présents. On précisera le nom de chaque groupe fonctionnel. **(0,5 pt)**
1.2. Représenter les formules semi-développées de l'acide A et de l'alcool B dont est issue la benzocaine. Donner les noms de A et B dans la nomenclature systématique. **(0,75 pt)**
1.3. Dans un ballon de 100 mL, on introduit une masse $m_A = 3{,}0$ g du composé A à l'état solide puis on ajoute 20,0 mL du composé B (en excès). On agite doucement le mélange obtenu. Le ballon est ensuite placé dans un bain de glace et on ajoute goutte à goutte 1 mL d'une solution concentrée d'acide sulfurique. Après chauffage à reflux pendant une heure, le produit formé est récupéré après avoir effectué plusieurs étapes de séparation. Séché et pesé le produit obtenu a une masse égale à 1,7 g.
1.3.1. Écrire l'équation bilan de la réaction entre les composés A et B en utilisant les formules semi-développées. **(0,5 pt)**
1.3.2. Donner le nom de cette réaction et préciser ses caractéristiques. **(0,75 pt)**
1.3.3. Déterminer le rendement de la synthèse de D. **(0,5 pt)**
1.3.4. Proposer deux composés E et F dérivés de A pour obtenir le composé D par une réaction ***rapide*** et ***totale***. Écrire les équations bilans des réactions de ces dérivés avec B pour donner D. **(1 pt)**

Exercice 2 : (03 points)

Données : *Couples redox mis en jeu*:

- H_2O_2 / H_2O ($E_2^0 = 1{,}78$ V) ;
- I_2/I^- ($E_2^0 = 0{,}54$ V).

On mélange, à la date $t = 0$ s, un volume $V_1 = 50$ mL de solution S_1 d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) de concentration molaire C_1 avec un volume $V_2 = 25$ mL d'une solution S_2 d'eau oxygénée (H_2O_2) de concentration C_2. La réaction qui se produit entre les ions iodures (I^-) et l'eau oxygénée est lente et totale.

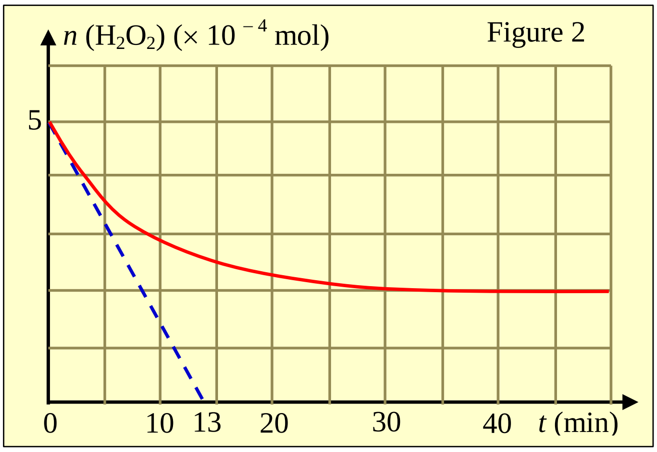
2.1. Á partir des demi-équations électroniques de chaque couple, montrer que l'équation bilan de la réaction s'écrit :

$$H_2O_2 + 2\,I^- + 2\,H_3O^+ \longrightarrow I_2 + 4\,H_2O \quad (1)$$ **(0,5 pt)**

2.2. Pour étudier la cinétique de cette réaction, on prélève dans le mélange réactionnel des volumes identiques $V_p = 5$ mL. On dose ensuite la quantité d'eau oxygénée (H_2O_2) restante dans chaque prélèvement par une solution de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) en milieu acide de concentration molaire $C = 0{,}5\ mol \cdot L^{-1}$. Soit V_0 le volume de la solution de de permanganate de potassium nécessaire pour obtenir l'équivalence. L'équation bilan de la réaction qui se produit est :

$$2\,MnO_4^- + 3\,H_2O_2 + 6\,H_3O^+ \longrightarrow 2\,Mn^{2+} + O_2 + 12\,H_2O \quad (2)$$

Les résultats du dosage ont permis de tracer le graphe de l'évolution de la quantité de matière d'eau oxygénée restante en fonction du temps (fig.2 ci-dessous)



2.2.1. En utilisant le graphe de la figure 2, préciser le réactif limitant. Calculer la quantité de matière initiale $n_0^p(I^-)$ d'ion iodure dans chaque prélèvement. **(0,5 pt)**

2.2.2. En déduire les valeurs des concentrations C_1 et C_2. **(0,5 pt)**

2.2.3. En utilisant la réaction (2) de dosage, déterminer le volume V de permanganate de potassium versé quand la réaction (1) est terminée. **(0,5 pt)**

2.2.4. Définir la vitesse instantanée de disparition de l'eau oxygénée puis calculer sa valeur maximale. **(0,75 pt)**

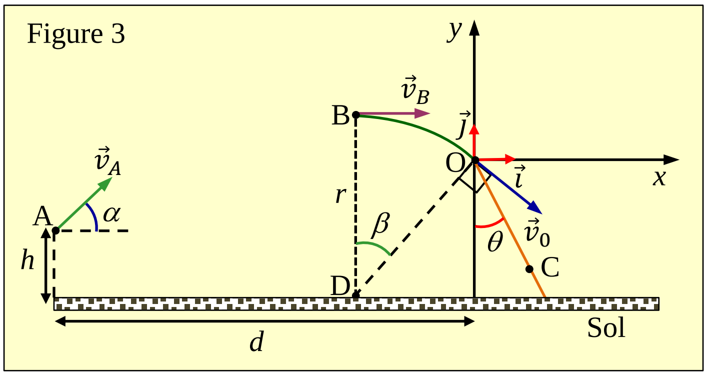
2.2.5. Calculer la vitesse de disparition de l'eau oxygénée à la date $t = 15$ min. En déduire la vitesse de disparition des ions I^- à la même date. **(0,5 pt)**

2.2.6. Comment évolue cette vitesse de disparition ? Quel est le facteur cinétique mis en jeu ? **(0,75 pt)**

Exercice 3 : (04,5 points)

Données : $g = 10\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}}$ et $\beta = 60°$; $\cos(\beta+\theta) = \cos\theta\cos\beta - \sin\theta\sin\beta$

Une bille sphérique, supposée ponctuelle, est lancée à partir d'un point A avec une vitesse $\vec{v}_A$ qui fait un angle α par rapport à l'horizontale. Le point A est situé à une hauteur $h = 0{,}50$ m par rapport au sol supposé horizontal et à une distance $d = 5\sqrt{3}$ m de l'axe (Oy). La bille atterrit au point B avec une vitesse $\vec{v}_B$ horizontale sur une piste circulaire BO de rayon $r = DB = 1{,}75$ m où elle glisse sans frottement (voir figure 3 ci-dessous).



3.1. Établir, dans le repère $(O;\vec{i},\vec{j})$, les équations horaires du mouvement du centre d'inertie de la bille. **(0,5 pt)**

3.2. Exprimer le rayon $\boldsymbol{r}$ de courbure de la partie circulaire en fonction de v_A, g ; α et h puis l'abscisse x_B du point B en fonction de v_A, g ; α et d. **(0,5 pt)**

3.3. En déduire que :

$$tan\alpha = 2\left(\frac{r-h}{x_B+d}\right).$$

Calculer α sachant que $d = -2x_B$. **(0,5 pt)**

3.4. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et B, montrer que l'intensité $\boldsymbol{v_A}$ de la vitesse $\vec{v}_A$ peut se mettre sous la forme :

$$v_A = \sqrt{\frac{2.g.(r-h)}{sin^2\alpha}}.$$ **(0,25 pt)**

Calculer v_A. **(0,25 pt)**

3.5. La bille quitte la piste circulaire en O avec la vitesse v_0 et atterrit, au point C, sur un plan incliné d'un angle $\theta = 60°$ avec l'axe (Oy).

3.5.1. Établir dans le repère $(O;\vec{i},\vec{j})$, les équations horaires du mouvement de la bille. On prendra pour l'origine des dates $t_0 = 0$ s, l'instant où la bille est en O. **(0,5 pt)**

3.5.2. Montrer que la bille atterrit au point $\boldsymbol{C}$ à la date t_c donnée par la relation :

$$t_c = \frac{2V_0.\cos(\beta+\theta)}{g.\sin\theta}.$$ **(0,5 pt)**

3.5.3. En déduire que la portée sur le plan incliné est donnée par :

$$OC = \frac{2V_0^2.\cos(\beta+\theta).\cos\beta}{g.\sin^2\theta}.$$ **(0,5 pt)**

3.5.4. Établir, en fonction de θ, l'expression de la valeur β_L de l'angle β pour laquelle la portée prend une valeur maximale OC_{max}. **(0,5 pt)**

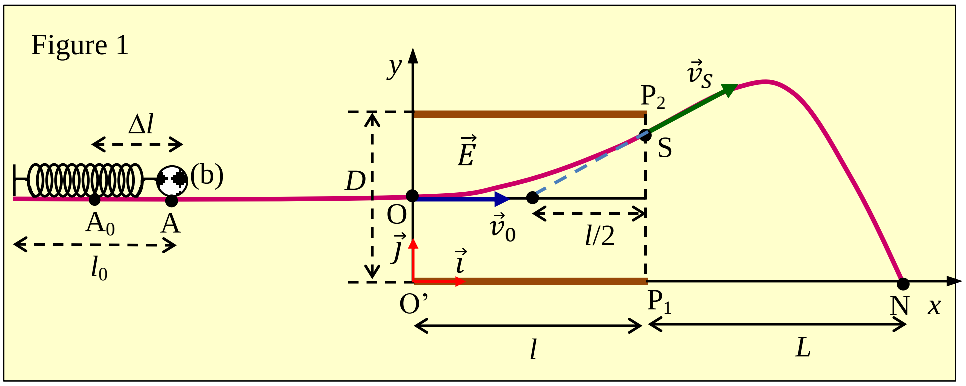
3.5.5. Montrer que la portée maximale est donnée par :

$$OC_{max} = \frac{V_0^2(1+cos\theta)}{g.sin^2\theta}. \qquad \textbf{(0,5 pt)}$$

Exercice 4 : (05 points)

Données *: $g = 10\ \mathrm{N\cdot kg^{-1}}$; moment d'inertie de la bille : $J_\Delta = \frac{2}{5}m.r^2$*

Pour lancer une bille (b) de masse m = 20 g, on dispose d'un ressort de masse négligeable, de raideur $k = 200\ \mathrm{N\cdot m^{-1}}$ et de longueur à vide l_0. La bille est placée à l'extrémité A du ressort puis on le comprime de $\Delta l = A_0A$ (fig.1). On lâche le système *sans vitesse initiale* à partir du point A_0, la bille *glisse alors sans rouler* sur la partie A_0A parfaitement lisse. Á partir du point A, la bille *roule sans glisser* sur le plan horizontal AO non lisse où existent des forces de frottement $\vec{f}$ opposées au vecteur vitesse et d'intensité *f*.

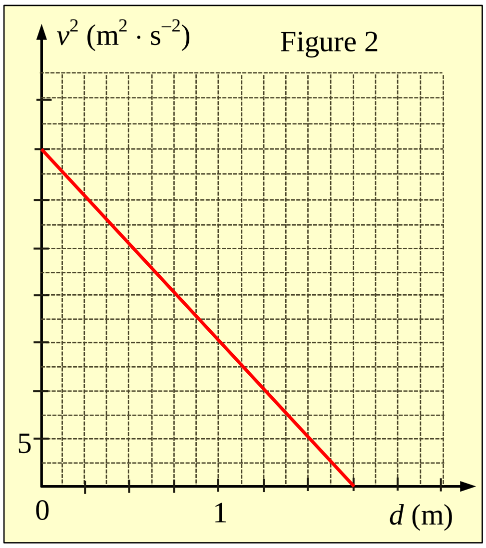


4.1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique :

4.1.1. Exprimer la vitesse v_A de la bille au point A en fonction de Δl, k et m. **(0,5 pt)**

4.1.2. Montrer que la vitesse v du centre d'inertie de la bille sur la partie AO peut être donnée par la relation suivante où d est la distance parcourue à partir de A.

$$v^2 = -\frac{10f}{7m}d + \frac{5}{7}.v_A^2. \qquad \textbf{(0,5 pt)}$$



4.2. La courbe de la figure 2 ci-contre représente la variation du carré de la vitesse (v^2) en fonction de la distance d parcourue sur le plan horizontal AO.

4.2.1. En exploitant la courbe $v^2 = f(d)$, montrer que f = 0,28 N et $v_A = 7\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. En déduire la compression Δl du ressort. **(0,75 pt)**

4.2.2. Retrouver, par le calcul, la vitesse v_0 du centre d'inertie de la bille à son arrivée en O sachant que AO = 95 cm. **(0,5 pt)**

4.3. Á cause des frottements, la bille s'électrise et porte une *charge négative q* puis entre en O, avec une vitesse $v_0 = 4\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, dans une région où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ crée par deux plaques horizontales P_1 et P_2, de longueur l = 40 cm et distantes de D = 12 cm. *Le poids de la boule n'est pas négligeable devant la force électrique, les frottements sont négligeables et le point O est équidistant des plaques.*

4.3.1. On applique une tension U_0 = 120 V entre les plaques, le mouvement de la bille est alors *rectiligne uniforme*.

4.3.1.1. Quelle est la plaque qui est portée au potentiel le plus élevé ? justifier. **(0,25 pt)**

4.3.1.2. Exprimer q en fonction de m, g, D et U_0. Faire l'application numérique. **(0,5 pt)**

4.3.2. Lorsqu'on applique une nouvelle tension U entre les plaques, la bille sort alors en S (voir figure 1). La déviation $\boldsymbol{\alpha} = (\vec{v}_S; \vec{v}_0)$ de la bille est telle que $tan\alpha = 0{,}25$.

4.3.2.1. Montrer que, dans le repère $(O'; \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, l'équation de la trajectoire de la bille à l'intérieur des plaques peut s'écrire sous la forme :

$$y = \mathrm{A}x^2 + \mathrm{B}$$

Dans cette relation, A et B sont des constantes. On exprimera A en fonction de g, U, U_0 et v_0 et B en fonction de D. **(0,5 pt)**

4.3.2.2. Montrer que la tension U peut être donnée par la relation :

$$U = U_0\left(1 + \frac{v_0^2 \tan\alpha}{gl}\right).$$ **(0,5 pt)**

4.4. Á la sortie des plaques, la bille suit une trajectoire parabolique et atterrit au point N distant de L de l'extrémité des plaques.

4.4.1. Montrer que, dans le repère $(O'; \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, l'équation de la trajectoire de la bille au-delà du point S peut se mettre sous la forme :

$$y = -\frac{g}{2v_0^2}(x - l)^2 + \left(x - \frac{l}{2}\right)\tan\alpha + \frac{D}{2}.$$ **(0,5 pt)**

4.4.2. Déterminer la distance L qui sépare le point N aux extrémités des plaques. **(0,5 pt)**

<u>Exercice 5</u> : (4,5 points)

Données :

- *Constante de gravitationnelle :* $K = 6{,}67 \times 10^{-11}$ S.I ;
- $(1 + \varepsilon)^n \approx$ si $\varepsilon << 1$;
- *Lune* :
    - ✓ *Masse* : $M_L = 7{,}35 \times 10^{22}$ kg ;
    - ✓ *Rayon* $R_L = 1{,}74 \times 10^3$ km ;
    - ✓ *Période de rotation de la lune autour de l'axe des pôles* : $T_L = 2{,}6 \times 10^6$ s.

En février 1971, la mission américaine Apollo XIV devient la huitième mission habitée du programme Apollo et la troisième à se poser sur la lune. Lors de cette mission, un des astronautes, Alan B. Shepard Jr, installe un réflecteur de lumière sur le sol lunaire. La lune sera assimilée à un corps à symétrie sphérique.

5.1. Interaction gravitationnelle lunaire

5.1.1. Énoncer la loi de gravitation universelle. **(0,25 pt)**

5.1.2. Un objet S supposé ponctuel, de masse m, se situe à l'altitude h au voisinage de la lune. Faire un schéma en y représentant : **(0,25 pt)**

- le vecteur unitaire $\vec{u}$ orienté du centre O de la Lune vers l'objet S.
- la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la Lune sur l'objet S.

5.1.3. Donner l'expression vectorielle de $\vec{F}$ en fonction de K, m, M_L, h, R_L et $\vec{u}$. **(0,25 pt)**

5.2. Champ de pesanteur lunaire

5.2.1. Qu'appelle-t-on espace champ de gravitation d'un corps ? **(0,25 pt)**

5.2.2. Établir l'expression vectorielle du champ de pesanteur lunaire $\overrightarrow{g_L}$ crée en un point P situé à l'altitude ***h*** de la surface de la Lune en fonction de K, M_L, h, R_L et $\vec{u}$. **(0,5 pt)**

5.2.3. Trouver la valeur g_{0L} du champ de pesanteur lunaire à la surface de la Lune. **(0,5 pt)**

5.2.4. Montrer que pour une altitude très basse ($h << R_L$), l'intensité de la pesanteur peut s'exprimer sous la forme :

$$g_L = g_{0L}\left(1 - 2\frac{h}{R_L}\right).$$ **(0,25 pt)**

5.2.5. Pour h = 100 km, déterminer l'erreur relative sur la valeur de g_L calculée en utilisant la relation de la question **5.2.4** et celle de la question **5.2.2**. Conclure. **(0,5 pt)**

5.3. Mouvement de la capsule Apollo autour de la lune

Quand elle arrive au voisinage de la lune, la capsule Apollo est mise en orbite à une altitude ***h*** = 110 km. Sa trajectoire autour de la lune est supposée circulaire de centre O. Le modulaire lunaire [en anglais : *Lunar Excursion Module* (LEM)] est utilisé dans le cadre du programme spatial américain *Apollo* (1961-1972) pour débarquer des hommes sur la Lune. Le LEM est alors renvoyé sur la lune, avec deux astronautes à son bord. Le troisième astronaute reste à bord de la capsule Apollo (fig.3). L'étude du mouvement de la capsule se fait dans le référentiel « lunocentrique » supposé galiléen.

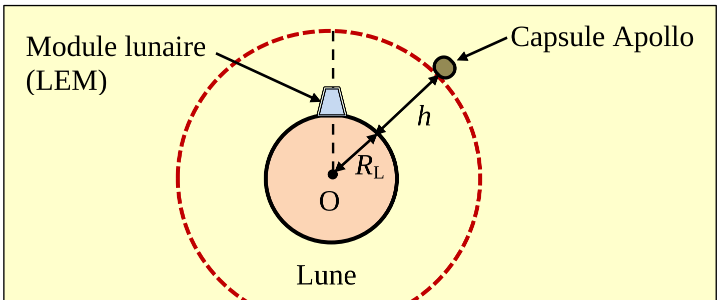


Figure 3

5.3.1. Montrer que le mouvement de la capsule est uniforme. **(0,25 pt)**

5.3.2. En déduire les expressions de la vitesse v de la capsule ainsi que celle de sa période T en fonction K, M_L, h et R_L. Calculer v et T (en heures). **(0,5 pt)**

5.4. Le schéma de la figure 3 représente l'orbite de la capsule Apollo autour de la Lune. On suppose que la capsule évolue dans le plan équatorial de la lune et qu'elle tourne dans le même sens que la Lune. Les échelles ne sont pas respectées sur la figure 3.

5.4.1. Exprimer en fonction de T et T_L, la durée Δt qui sépare deux passages successifs de la capsule à la verticale du module lunaire posée sur la Lune. Calculer Δt en heures. **(0,5 pt)**

5.4.2. Á quelle altitude h_L devrait évoluer la capsule Apollo autour de la Lune pour être supposée « lunostationnaire » ? **(0,25 pt)**

5.4.3. Déterminer la vitesse de libération v_{lib} de la capsule à partir du sol lunaire. **(0,25 pt)**