CAFTANA

Prépa Bac TANA

Vol. TS, No. 1, Avril 2025, pp. 6-10

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 : Thiès
Pays : Sénégal
Auteur (s) : IA de Thiès
Niveau : Terminale S1
Discipline : Sciences Physiques
Durée : 4h

Exercice 1 : (02 points)

Le paracétamol est un principe actif de formule semi-développée : $HO - C_6H_5 - NH - CO - CH_3$.

1.1. Retrouver les formules semi-développées de l'acide carboxylique et du composé azoté dont le paracétamol est issu. **(0,5 pt)**
1.2. Pourquoi utilise-t-on l'anhydride acétique plutôt que l'acide acétique pour la synthèse du paracétamol ? **(0,25 pt)**
1.3. Écrire l'équation –bilan correspondant en considérant que l'amine utilisé ne réagit pas avec l'acide formé au cours de la réaction. **(0,25 pt)**
1.4. Le rendement de cette synthèse par rapport au paracétamol est égal à 80%. Déterminer la quantité de paraaminophénol nécessaire à la synthèse de 4 g de paracétamol, masse globale de principe actif contenue dans une boite de Doliprane pour enfant. **(0,5 pt)**
1.5. Quelle réaction chimique parasite ou supplémentaire pourrait – on prévoir entre le paraaminophénol et l'anhydride acétique ? **(0,5 pt)**

Exercice 2 : (04 points)

On étudie la cinétique de la réaction d'oxydation des ions iodures (I^-) par les ions peroxodisulfate ($S_2O_8^{2-}$). L'équation-bilan de la réaction réalisée s'écrit :

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

Pour cela, on réalise un mélange noté S, à une date $t = 0$, à une température donnée, constitué d'un volume $V_1 = 200\ cm^3$ d'une solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) de concentration molaire $C_1 = 0,1\ mol \cdot L^{-1}$ et un volume $V_2 = 100\ cm^3$ d'une solution de peroxodisulfate de potassium ($2K^+ + S_2O_8^{2-}$) de concentration molaire $C_2 = 0,4\ mol \cdot L^{-1}$.

2.1. Retrouver l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction qui se produit à partir des demi-équations électroniques des couples correspondant : $S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-}$ et I^2/I^-. **(0,5 pt)**

2.2. Calculer les concentrations molaires initiales à $t = 0$ des ions I^- et $S_2O_8^{2-}$ dans la solution S notées respectivement $[I^-]_0$ et $[S_2O_8^{2-}]_0$. **(0,5 pt)**

2.3. Pour déterminer la concentration molaire de I_2 formée notée $[I_2]$, dans S à un instant t donné, on prélève un volume $V_0 = 10$ mL de S que l'on place dans une fiole jaugée plongée automatiquement dans de l'eau glacée. Le diiode formé à cet instant est dosé par une solution de thiosulfate de sodium $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ de concentration $C_3 = 0{,}01\ mol \cdot L^{-1}$. L'équation de la réaction support du dosage réalisé s'écrit :

$$S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-.$$

Les valeurs des volumes V_3 de thiosulfate utilisés à chaque instant pour atteindre l'équivalence sont consignées dans le tableau ci-dessous

t (min)	2	4	8	12	16	20	30	40
V_3 (mL)	10	18,4	29,2	36,4	41,6	46	54	58,8
$[I_2]$ ($\times 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$)								
t (min)	52	60	68	70	80			
V_3 (mL)	63,2	65	65,6	66,8	66,8			
$[I_2]$ ($\times 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$)								

2.3.1. Pourquoi a-t-on plongé chaque prélèvement dans de l'eau glacée ? Préciser le nom de cette opération. **(0,5 pt)**

2.3.2. Montrer que la concentration en I_2 dans chaque tube dosé à l'instant t peut s'écrire :

$$[I]_2 = \frac{10^{-3}}{2} V_3,\ V_3 \text{ en mL.}$$ **(0,5 pt)**

2.3.3. Compléter le tableau ci-dessous. **(0,5 pt)**

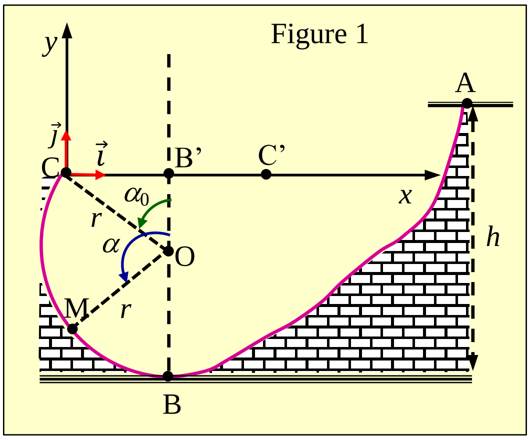
2.3.4. Tracer la courbe $[I_2] = f(t)$. **Échelle :** 1 cm pour 5 min ; 1 cm pour $5 \times 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$.

2.3.5. Définir puis déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0,5 pt)**

2.3.6. Calculer les vitesses volumiques de formation de I_2 aux instants de dates $t_1 = 12$ min et $t_2 = 40$ min. **(0,75 pt)**

Exercice 3: (05 points)

Un solide de masse m, de petites dimensions, assimilable à un point matériel S est lâché sans vitesse initiale d'un point A d'une glissière (ABC) comprenant une portion circulaire BC de centre O et de rayon r (voir figure 1 ci-contre). Le déplacement s'effectue sans frottement et on néglige la résistance de l'air. Soit α l'angle que fait (OM) avec la verticale ascendante.



3.1. Exprimer la vitesse v_M du solide en un point M en fonction de h, r, g et α. **(0,5 pt)**

3.2. Déterminer l'expression de la réaction R de la piste sur le solide au point M en fonction de m, h, g, r et α. **(0,5 pt)**

3.3. En déduire en fonction de r et α_0, la valeur minimale h_0 de h pour que le solide atteigne le point C. Calculer h_0. **(0,5 pt)**

3.4. Sachant que h est supérieur à h_0, exprimer la valeur v_C de la vitesse $\vec{v}_C$ du solide au point C en fonction de de la vitesse $\vec{v}_C$ du solide au point C en fonction de g, h, r, et α_0. **(0,5 pt)**

3.5. Le solide quitte la glissière en C.
3.5.1. Établir les équations horaires du mouvement du solide à partir de C dans le plan rapporté au repère orthonormé (O, $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$). **(0,5 pt)**
3.5.2. Établir l'équation de la trajectoire. **(0,25 pt)**
3.6. On suppose que le solide passe par le point C' symétrique du point C par rapport à la verticale passant par O.
3.6.1. Sans calcul, peut-on connaître la norme du vecteur vitesse du solide en C'? Justifier votre réponse. **(0,25 pt)**
3.6.2. Exprimer en fonction de r et α_0, la dénivellation h qu'il faut donner au point de départ A pour que le solide touche la cible en C'. **(0,5 pt)**
3.6.3. Calculer h. **(0,25 pt)**
3.7. Le point C' peut être atteint avec la même vitesse en C mais avec un autre angle β que fait $\vec{v}_C$ avec l'axe (O ; $\vec{\imath}$).
3.7.1. Quel est la valeur de l'angle β. **(0,25 pt)**
3.7.2. Dessiner les deux trajectoires entre C et C' pour les deux angles permettant d'atteindre le point C' avec la même vitesse initiale qu'au point C et qualifier les (*indiquer le nom du tir correspondant*). **(0,5 pt)**
3.7.3. En se servant de l'expression de h, calculer la dénivellation h' qu'il faut donner au point de départ A pour que le solide touche la cible C' pour la valeur de l'angle β. **(0,25 pt)**
3.8. Calculer la distance entre les sommets S et S' des deux trajectoires correspondant aux deux angles précédents. **(0,25 pt)**

Données : $\alpha_0 = 60°$; $r = 2$ m.

Exercice 4: (04 points)

On négligera l'action de l'air. On prendra $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Soit une bille de masse m, de rayon r et de masse volumique ρ tombant, sans vitesse initiale, dans un fluide au repos de masse volumique ρ_0. Dans le cas présent la loi de Stockes nous apprend que cette bille subit une force de frottement fluide $\vec{F}_\rho = -6\pi\eta r\vec{v}$ où $\vec{v}$ est la vitesse instantanée de la bille et η le coefficient de viscosité dynamique du fluide considéré.
4.1. Quelle est l'unité du coefficient η dans le système international ? **(0,25 pt)**

4.2. On néglige la poussée d'Archimède due au fluide

4.2.1. Établir l'équation différentielle régissant le mouvement de la bille dans le fluide considéré. On l'écrira sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{1}{k}(v - k') = 0,$$

où k et k' sont deux constantes dont on précisera les expressions. **(0,75 pt)**

4.2.2. Établir l'expression de k en fonction de r, ρ , η et la relation entre k et k'. **(0,5 pt)**
4.2.3. Vérifier que l'expression :

$$v(t) = C\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right),$$

peut-être solution de l'équation différentielle établie au **4.2.1** moyennant les conditions sur les constantes C et τ que l'on déterminera. **(0,5 pt)**

4.3. On réalité la poussée d'Archimède due au fluide de masse volumique ρ_0 n'est pas négligeable

4.3.1. Montrer que la nouvelle équation différentielle s'écrit :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{1}{k}(v - k'') = 0.$$ **(0,5 pt)**

4.3.2. Montrer que la vitesse limite atteinte par la bille a pour expression :

$$v_l = \frac{2gr^2(\rho - \rho_0)}{9\eta}.$$ **(0,5 pt)**

4.4. Application numérique :

On considère une bille de polyéthylène de rayon r = 1 cm, de masse m = 4,1 g et de masse volumique ρ = 980 kg · m^{-3} en mouvement dans un tube contenant de l'huile de colza de masse volumique ρ_0 = 920 kg · m^{-3} et de coefficient de viscosité η = 0,163 S.I à 20°C.
4.4.1. Calculer numériquement la vitesse limite v_l et la constante de temps τ. **(0,5 pt)**
4.4.2. La vitesse instantanée de la bille dans un fluide visqueux en fonction du temps t s'exprime par la relation :

$$v(t) = v_l\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right).$$

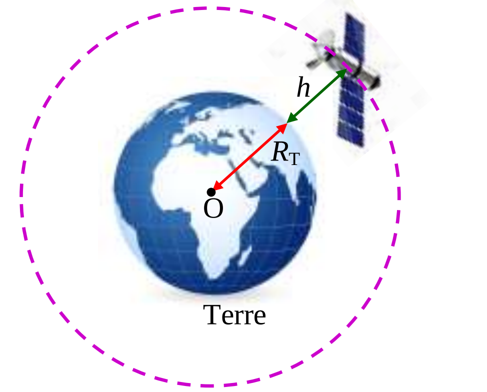
Calculer le temps au bout du quel $v = 0{,}99v_l$. **(0,5 pt)**

Exercice 5 : (04 points)

Données :

- R_T: rayon de la Terre supposée sphérique et homogène : R_T = 6400 km;
- M_T : masse de la Terre : $M_T = 5{,}9 \times 10^{24}$ kg;
- T_0 : période de rotation de la terre autour de l'axe des pôles : T_0= 86400s ;
- g_0 : intensité de la pesanteur au sol : g_0 = 9,8 m · s^{-2} ;
- K : constante de gravitation universelle ;

Figure 4



Le nanosatellite GAINDESAT-1A, lancé le 16 août 2024 à 18H56 GMT depuis la base américaine de Vandenberg, en Californie (ouest du pays), a été placé sur orbite à h = 500 km de la Terre évoluant ainsi en orbite terrestre basse (fig.4 ci-contre). Sa principale mission consiste à récupérer les données des agences étatiques de météorologie et de mesure des niveaux d'eau enregistrés par des stations aux quatre coins du pays. GAINDESAT-1A a également pour mission de capturer des images satellites du Sénégal à l'aide d'une caméra embarquée. Ces images seront utilisées comme matière première pour de futurs développements. Elles seront prises dès que le satellite survolera le pays, à raison de quatre fois par jour pendant six à sept minutes, et ce, pendant cinq ans. Il entre dans la catégorie des nanosatellites ou CubeSat ainsi nommée pour ses dimensions cubiques (10 cm × 10 cm × 10 cm – à peu près la taille d'un Rubik's Cub –) et qui pèse environ m = 1 kg. Le satellite GAINDESAT-1A se déplace sur une trajectoire circulaire, à la distance $r = R_T + h$ du centre de la Terre de masse M_T et de rayon R_T. Le mouvement d'un tel satellite de masse m de la terre est étudié dans un référentiel, considéré comme galiléen, constitué par le solide centre de la terre lié à trois axes deux a deux perpendiculaires et pointant chacun vers une étoile très éloigné.

5.1. Comment appelle-t-on un tel référentiel ? **(0,25 pt)**

5.2. Énoncer la loi d'attraction des masses de Newton et donner l'expression vectorielle de la force exercée par la terre sur le satellite en fonction de K, m, h, R_T, M_T et $\vec{u}$ (vecteur unitaire orienté du centre de la Terre vers le satellite). **(0,75 pt)**

5.3. Montrer que le mouvement du satellite est circulaire uniforme. Exprimer sa vitesse v en fonction g_0, R_T et h. Faire l'application numérique. **(0,75 pt)**

5.4. Le satellite GAINDESAT-1A est classé parmi les satellites a défilement, il fait chaque jour 15 fois le tour de la terre. Vérifier que cette information est conforme avec les données sur GAINDESAT-1A. **(0,75 pt)**

5.5. Les orbites géostationnaires restent stationnaires par rapport à la surface de la Terre, offrant ainsi une couverture constante de la même zone terrestre. On suppose que le satellite GAINDESAT-1A évolue sur le plan équatorial. On se propose de déterminer l'énergie à fournir pour qu'il soit géostationnaire.

5.5.1. Donner les caractéristiques d'un satellite géostationnaire. **(0,5 pt)**

5.5.2. En déduire l'altitude h de GAINDESAT-1A en orbite géostationnaire. **(0,5 pt)**

5.5.3. On admet que l'énergie potentielle de GAINDESAT-1A situé une orbite de rayon r est de la forme :

$$E_p = -mg_0 \frac{R_T^2}{r}$$

Calculer la valeur de l'énergie ΔE à fournir à GAINDESAT-1A sur son orbite terrestre basse pour qu'il soit définitivement géostationnaire. **(0,5 pt)**