LYCEE SEYDINA LIMAMOULAYE GUEDIAWAYE — Année scolaire 2024/ 2025

Cellule de Sciences Physiques — TS1/TS3

DEVOIR SURVEILLE N°2 / 1ER SEMESTRE SCIENCES PHYSIQUES TS1 — DUREE : 04H

EXERCICE 1 — 3 POINTS

Les dérivés d'acide, notamment les dérivés d'acides carboxyliques, jouent un rôle crucial en chimie organique dans de nombreuses applications industrielles et biologiques. Très utilisés en chimie organique, avec des applications variées allant de la synthèse à la production industrielle et aux sciences biologiques, ils jouent un rôle important dans le domaine de la biochimie.

1-Préparation d'un ester

Le méthanoate d'éthyle est un ester utilisé comme solvant dans l'industrie des matières plastiques, mais également comme arôme pour la limonade et les essences aromatiques.

Un groupe d'élèves prépare le méthanoate d'éthyle en faisant réagir un acide carboxylique A de masse volumique $\rho_A = 1,2$ g.mL^{-1}, de volume $V_A = 11,5$ mL avec un alcool B de masse volumique $\rho_B = 0,79$ g.mL^{-1}.

1.1-Donner les formules semi-développées de l'acide A et de l'alcool B puis écrire l'équation-bilan de la synthèse du méthanoate d'éthyle.

1.2- Déterminer le volume V_B de l'alcool B qu'il faudrait mélanger avec l'acide A sachant que le mélange initial d'acide et d'alcool est équimolaire.

1.3-Après réaction, la masse de l'ester obtenu est $m_E = 14,8$ g. Déterminer le rendement r de la réaction.

2- Préparation de dérivés d'acide

2.1-La réaction entre l'acide A et le chlorure de thionyle ($SOC\ell_2$) donne un composé organique C.

Écrire l'équation-bilan de cette réaction puis nommer le composé C en précisant sa fonction chimique.

2.2-On fait réagir le composé C avec l'alcool B. Écrire l'équation-bilan de la réaction puis donner ses caractéristiques.

2.3-le composé C réagit avec la N-méthyléthanamine (C_2H_5-NH-CH_3) pour donner un composé organique D. Donner la formule semi-développée et le nom du composé D.

2.4-La déshydratation de l'acide carboxylique A en présence de P_4O_{10} conduit à la formation d'un composé organique E.

2.4.1-Donner le nom et la fonction chimique du composé E.

2.4.2-Écrire l'équation-bilan de la réaction entre le composé E et l'alcool B.

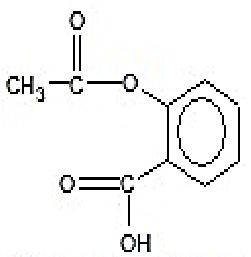
On donne en g.mol^{-1} : M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1

EXERCICE 2 — 3 POINTS

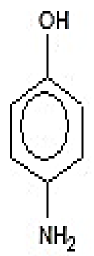
L'aspirine et le paracétamol (acétaminophène) sont deux médicaments largement utilisés pour traiter la douleur et la fièvre. Leurs formules sont données ci-dessous ainsi que celles de l'acide éthanoïque et du para-aminophénol.

2.1 On fait réagir le para-aminophénol (composé B) et l'acide éthanoïque (composé C), il se forme à priori deux composés organiques notés E_1 et E_2.

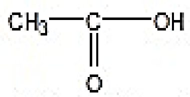
Quelles sont les fonctions chimiques des composés E_1 et E_2.



Composé A: aspirine M = 180 g/mol

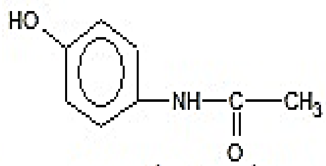


Composé B: para-aminophénol



Composé C: acide éthanoïque

M = 60 g/mol



Composé D: paracétamol

1

2.2 Dans des conditions expérimentales appropriées, en solution aqueuse, le seul composé obtenu est le paracétamol (composé D). Pour cela, on transforme d'abord l'acide éthanoïque en anhydride d'acide

2.2.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction de transformation du composé C en anhydride d'acide. Quel est le nom de cet anhydride d'acide ? Quelle est l'utilité de cette transformation ?

2.2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation du paracétamol à partir de l'anhydride. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

2.3 L'aspirine (composé A) peut être obtenu par une réaction entre l'acide éthanoïque (composé C) et un autre composé F.

2.3.1 Reproduire la formule de l'aspirine puis entourer le groupe fonctionnel synthétisé. Ecrire la formule semi-développée du composé F.

2.3.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction. Quelles sont ses caractéristiques ?

2.3.3 On obtient 22,5 g d'aspirine avec un rendement de 62,5%.

2.3.3.1 Calculer la masse minimale m_{min} d'acide éthanoïque pur nécessaire à la formation de cette aspirine.

2.3.3.2 En déduire le volume minimal V_{min} de la solution aqueuse contenant en masse 8% d'acide éthanoïque utilisé.

Masse volumique de l'eau ρ_e = 1g.mL^{-1} ; densité de l acide éthanoïque d = 1,05.
M(C) =12 g.mol^{-1}; M(H) =1,0 g.mol^{-1}; M(O)=16 g.mol^{-1}.

EXERCICE 3	**5 POINTS**

Une bille (B) électrisée supposée ponctuelle de masse m = 10,0 g est lancée à partir d'un point O origine d'un repère d'espace (Ox, Oy) lié au référentiel terrestre avec un vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ de valeur v_0= 3,6 m.s^{-1} et faisant un angle θ =25° avec la verticale comme l'indique la figure 1. Le mouvement comprend trois portions : OA, AS et SJ.

3.1. Mouvement de la bille dans le champ de pesanteur $\vec{g}$: portion OA

3.1.1. Etablir les équations horaires du mouvement de la bille (B) dans le repère d'espace (Ox, Oy).

3.1.2. Montrer que l'équation cartésienne de sa trajectoire est du type y(x) = a x² + b x + c. Avec a, b et c des constantes à déterminer leurs expressions littérales. Préciser la nature du mouvement.

3.1.3. La bille (B) doit pénétrer dans la zone (D) à partir du point A avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{v_1}$ horizontal parallèle à l'axe (Ox) et de même sens.

3.1.3.1. Déterminer la valeur v_1 du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_1}$ au point A.

3.1.3.2. Montrer que l'ordonnée y_A au point A peut s'écrire : $y_A = \frac{V_0{}^2\cos^2\theta}{2g}$ puis calculer sa valeur.

3.2. Mouvement de la bille dans le champ électrique $\vec{E}$: portion AS

A partir du point A, la bille (B) portant la charge $q_B = -5.10^{-5}\ \mu C$ pénètre dans la zone (D) où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ entre les plaques métalliques parallèles (P_1) et (P_2) de longueur L = 40 cm et distantes de d = 40 cm. La tension entre les plaques est : U_{P1P2}= + 640 V.

3.2.1. Quelle est la polarité des plaques (P_1) et (P_2). Comparer les valeurs du poids et de la force électrique qui s'appliquent sur la bille. Justifier que la bille (B) dévie vers le bas ?

3.2.2. Reprendre seulement la portion AS de la figure 1 sur votre copie en y représentant la polarité des plaques (P_1) et (P_2) ainsi que les vecteurs force électrique $\overrightarrow{F_e}$ et force de pesanteur $\vec{P}$.

3.2.3. En choisissant comme date initiale t_0= 0 s l'instant où la bille (B) pénètre dans la zone (D) au point A, déterminer les nouvelles équations horaires du mouvement de la bille dans le même repère d'espace (Ox, Oy) puis montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire dans la région (D) est : $y(x) = -\frac{1}{2}\left(\frac{q_B U}{m d} + g\right)\left(\frac{x-d_0}{v_1}\right)^2 + y_A$.
Faire l'application numérique.

3.2.4. La bille (B) sort de la région (D) au point S indiqué sur la figure 1. Calculer la durée de son mouvement dans la région (D).

3.2.5. Déterminer les coordonnés du point S dans le repère (Ox,Oy).

2

3.2.6. Déterminer les composantes du vecteur-vitesse $\vec{v_S}$ ainsi que sa norme v_S, puis l'angle β que fait le vecteur-vitesse $\vec{v_S}$ avec l'axe (AX) indiqué en pointillé sur la figure 1.

3.3. Mouvement de la bille dans le champ de pesanteur terrestre $\vec{g}$: portion SJ

3.3.1. A partir du point S, la bille décrit une nouvelle trajectoire pour atterrir sur le sol au point J. Déterminer la durée Δt_s mise par la bille (B) pour toucher le sol depuis sa lancée à partir du point O.

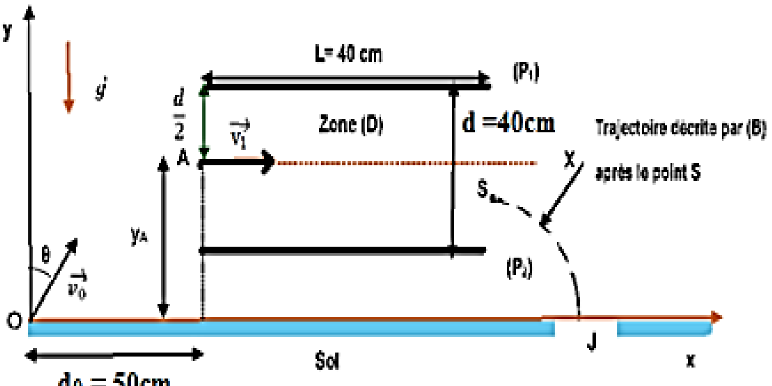


Figure 1

3.3.2. Déterminer la vitesse au point d'impact J de la bille (B) sur le sol.

Données : $g = 10\ m.s^{-2}$; $d_0 = 50$ cm ; L= 40 cm ; d = 40 cm.

EXERCICE 4	5 POINTS

Un palet P, assimilable à un point matériel de masse m, est lancé du bas d'une glissière en forme d'arc de cercle de centre O et de rayon r situé dans un plan vertical voir figure 1.
On suppose que sur toute la glissière les forces de frottements sont négligeables.
La position du palet sur la partie circulaire est repérée par l'angle θ que fait le rayon OP avec la verticale.

Données : r = 20 cm et $g = 10\ N.kg^{-1}$.

1.1. Le palet est lancé avec une vitesse de valeur v_A à partir du point A.

1.1.1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le palet. Reproduire la figure 1 et y représenter ces forces.

1.1.2. Établir l'expression de la vitesse v du palet en fonction de v_A, g, r et θ.

1.1.3. Montrer que l'intensité de la réaction de la glissière sur le palet peut se mettre sous la forme : $R = a.\cos\theta + b$, relation dans laquelle a et b sont des constantes dont on donnera les expressions.

1.1.4. L'étude des variations de l'intensité R de la réaction de la glissière sur le palet, en fonction de cosθ est donnée par la courbe de la figure 2. En déduire la valeur de la masse m ainsi que la valeur de la vitesse v_A.

1.1.5. Rappeler la relation entre la vitesse linéaire et la vitesse angulaire puis montrer qu'en posant $u = v^2$ on trouve $\frac{du}{d\theta} = 2r^2\ddot{\theta}$.

1.1.6. Établir la relation $\ddot{\theta} + \frac{g}{r}.\sin\theta = 0$ puis montrer que $\frac{du}{d\theta} - 2gr \times \frac{d}{d\theta}(\cos\theta) = 0$.

1.1.7. En déduire l'expression de la vitesse v du palet en fonction de v_A, g, r et θ.

1.2. Le palet est maintenant lancé du point A de la même manière que précédemment mais avec une vitesse v_A' de sorte que le palet arrive au point B avec la vitesse v_0. Au-delà du point B, le palet quitte la glissière avec la vitesse $v_0 = 0,63\ m.s^{-1}$ et se retrouve dans l'air à la date t=0. Il est maintenant soumis à deux forces :

- son poids $\vec{P}$;
- la résultante des forces de frottement $\vec{f} = -k.\vec{v}$ avec k une constante positive ($k=0,2\ kg.s^{-1}$) et $\vec{v}$ son vecteur vitesse instantanée.

3

L'étude sera faite dans le repère $\Re(B, \vec{i})$.

1.2.1. Montrer que $\frac{dv}{dt} + \alpha v = \beta$ expression où α et β sont des constantes dont on donnera les expressions.

1.2.2. Établir l'équation horaire de la vitesse du palet dans l'air.

1.2.3. A quelle date le palet atteint-il le sommet de sa trajectoire ?

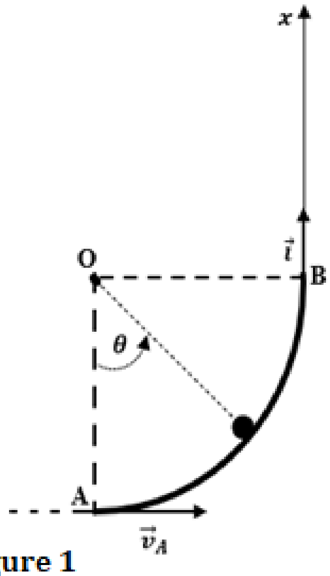


Figure 1

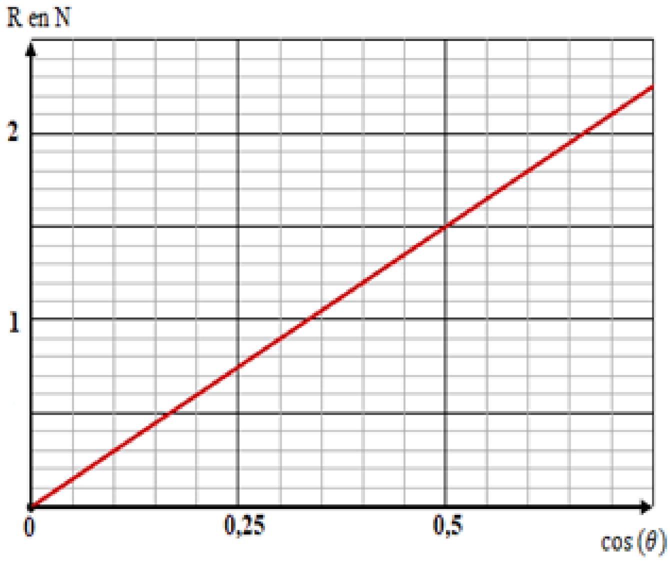


Figure 2

EXERCICE 5	4 POINTS

<u>5.1.</u> Du fait de la rotation de la Terre sur elle-même autour de l'axe des pôles, un référentiel terrestre n'est pas tout à fait galiléen. Le poids n'est pas exactement égal à la force de gravitation exercée par la Terre ; le champ de pesanteur $\vec{g}$ n'est donc pas égal au champ de gravitation $\vec{G}$ de la Terre. Dans le référentiel géocentrique la Terre tourne sur elle-même autour de l'axe des pôles. La période du jour sidéral T= 86164 s.

Un satellite supposé ponctuel, de masse m est au repos par rapport à la Terre en un point de latitude λ.

<u>5.1.1.</u> Calculer dans le référentiel géocentrique la vitesse angulaire ω du mouvement du satellite.

<u>5.1.2.</u> Exprimer le rayon ρ de la trajectoire décrite par le satellite dans le référentiel géocentrique en fonction du rayon R de la Terre et de la latitude $\boldsymbol{\lambda}$.

<u>5.1.3.</u> Soit ε l'angle que font les directions des champs $\vec{g_0}$ et $\vec{G}$ et $\vec{u} = \frac{\vec{SO}}{\|\vec{SO}\|}$.

<u>a.</u> En appliquant le théorème du centre d'inertie au satellite au sol, montrer que :
$\vec{g_0} = -R\cos\lambda\,\omega^2\vec{i} - G_0\vec{u}$.

<u>b.</u> En déduire que : $\tan\varepsilon = \frac{-R\omega^2\sin2\lambda}{2(R\omega^2\cos^2\lambda - G_0)}$ et $\sin\varepsilon = \frac{-R\omega^2\sin2\lambda}{2g_0}$

<u>c.</u> En quels points de la Terre cet angle est-il maximal ? Calculer sa valeur maximale ε_{max}.

<u>5.1.4.</u> En tenant en compte l'énergie cinétique de rotation de la Terre sur elle-même, montrer que la variation de énergie mécanique ΔE du satellite au repos à la surface de la Terre et l'instant où le satellite se trouve sur son orbite de rayon r est donnée par : $\Delta E = KMm\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right) - \frac{2m\pi^2R_T^2\cos^2\lambda}{T_0^2}$, relation dans laquelle λ est la latitude du satellite et T_0 la période de rotation de la Terre sur elle-même. En déduire, du point de vue énergétique l'emplacement le plus favorable des bases de lancement de satellite.

<u>4.2.</u> On se propose de vérifier le bien-fondé de la troisième loi de KEPLER, loi à caractère empirique, à partir de la loi de gravitation universelle, énoncée par NEWTON.

4

5.2.1. Enoncer la loi de la gravitation universelle schéma à l'appui (on donnera l'expression de la force gravitationnelle

5.2.2. Rappeler la troisième loi de KEPLER (expression mathématique).

5.2.3. On considère un objet stellaire à symétrie de masse sphérique, de rayon R et de masse M. Déterminer l'expression de la pesanteur g_0 au sol d'un tel objet.

5.2.4. Déterminer l'expression du champ de gravitation g (z) à une altitude z du sol.

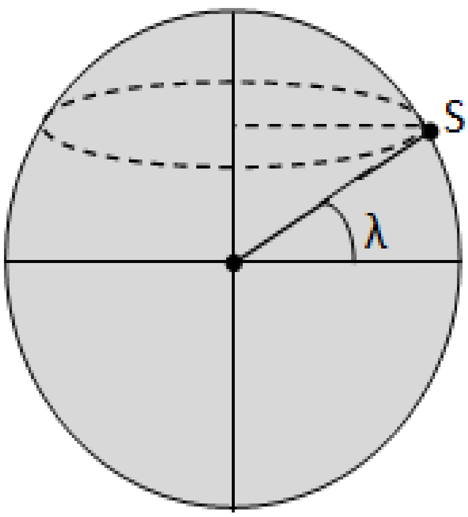
5.2.5. On considère un deuxième objet de dimensions négligeable et de passe m, orbitant autour du premier objet à une altitude z et décrivant une orbite circulaire. Déterminer l'expression de la vitesse linéaire avec laquelle il se déplace pour rester sur une orbite stable.

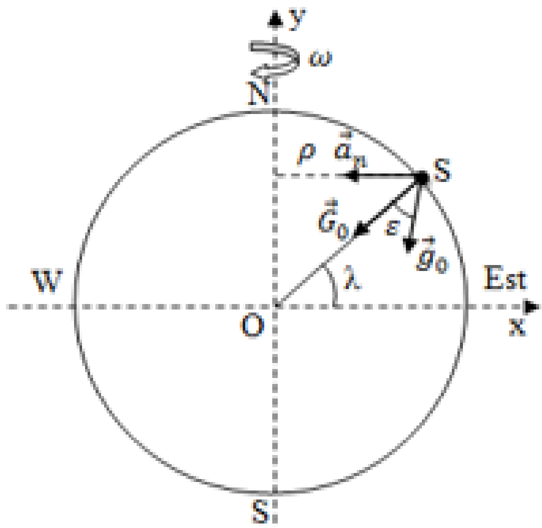
5.2.6. Déterminer l'expression de la période orbitale.

5.2.7. Retrouver l'expression de la troisième loi de KEPLER.

5.2.8. Notre soleil tourne autour de l'axe galactique en 200millions d'années et décrit une « orbite circulaire » de rayon 30000 années - lumières. En considérant que toute la masse M_0 de la galaxie est concentrée dans son noyau et tout en négligeant la masse des étoiles orbitant au-delà du soleil ; évaluer la masse M_0 de notre galaxie, la voie lactée.

Données : $C = 3.10^8 m.s^{-1}$ vitesse de la lumière ; $K=6,67.10^{-11} N.kg^{-2}.m^{-2}$. Une année lumière est la distance parcourue par la lumière en une année (365,25jours). 1jour = 86400s.





FIN DU SUJET